

Richtlinie

**Bestimmung der
wärmetechnischen Einflüsse
von Wärmebrücken bei
vorgehängten hinterlüfteten
Fassaden**

Ausgabe 1998

Impressum

Redaktionsausschuss:

Thomas Frank, EMPA, Dübendorf

Mark Zimmermann, Programmleiter BFE, EMPA Dübendorf

Oliver Fröhlich, FVHF, BWM Dübel- + Montagetechnik GmbH, Leinfelden-Echterdingen

Jean-Pierre Feuz, SFHF, Contraco AG, Mettmenstetten

Daniel Eberle, SSIV, Zürich

Urs Spuler, SVDW, Fadaplan, Winterthur

Bernd Neubrand, Swissisol, ISOVER AG, Niederhasli

Rudolf Locher, SZFF, Dietikon

Die Ausarbeitung dieser Richtlinie wurde durch das Bundesamt für Energie (BFE), die EMPA und die beteiligten Fach- und Berufsverbände finanziert.

Copyright bei den aufgeführten Verbänden.

Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe gestattet. Auszüge ersetzen die Kenntnisse der gesamten Richtlinie nicht.

Layout: Hans Bertschinger, EMPA-KWH, 8600 Dübendorf

Lektorat: Othmar Humm, Oerlikon Journalisten AG, 8050 Zürich

1. Auflage 1998: 7'000 Exemplare

Vertrieb in Deutschland:

FVHF

Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V.
Kurfürstenstrasse 129, D-10785 Berlin

Tel.: +49 (0)30 212 862 81 Fax: +49 (0)30 212 862 41

Vertrieb in der Schweiz:

SZFF

Schweizerische Zentralstelle für Fenster- und Fassadenbau
Riedstrasse 14, Postfach 213, CH-8953 Dietikon

Tel.: +41 (0)1 742 24 34 Fax: +41 (0)1 741 55 53

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Ziel und Zweck der Richtlinie	4
2 Begriffe und Konstruktionsarten	5
2.1 Begriffe der Konstruktion	5
2.2 Begriffe der Wärmeübertragung	6
2.3 Grundkonstruktionen	7
3 Bestimmung der thermischen Kennwerte	9
3.1 Prüfung Wärmedurchgang	9
3.1.1 Prüfanordnung und Prüfverfahren	9
3.1.2 Prüfbedingungen	9
3.1.3 Darstellung der Ergebnisse	9
3.2 Berechnung Wärmedurchgang	9
3.2.1 Grundlage und Ansatz	9
3.2.2 Berechnungsverfahren	9
3.2.3 Randbedingungen	10
3.2.4 Rechenergebnisse	10
3.2.5 Überprüfung der Rechenresultate	10
4 Berechnungshilfen für die Planung und Projektierung	11
4.1 Allgemeine Hinweise	11
4.2 Annahmen und Randbedingungen	11
4.3 Bemessungsdiagramme (Datenblätter)	11
4.4 Berechnungsblätter	11
5 Ausführungshinweise	12
5.1 Verankerung und Unterkonstruktion	12
5.2 Wärmedämmung	12
5.3 Bekleidung	12
6 Literaturhinweise	13
7 Anhang	15
• Anwendungsbeispiel zum Bemessungsdiagramm	16
• Tabelle für die Ermittlung üblicher R-Werte für Deutschland	18
• Tabelle für die Ermittlung üblicher R-Werte für die Schweiz	19
• Datenblätter Grundvarianten von Unterkonstruktionen	21
• Datenblätter von Unterkonstruktionen verschiedener Hersteller	31

1 Ziel und Zweck der Richtlinie

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden gelten durch die konstruktive Trennung der Funktionen Wärmeschutz und Witterungsschutz als bauphysikalisch verlässliche Bauweise. Die vorgehängte hinterlüftete Bekleidung bietet neben der ästhetischen Vielfalt Schutz vor Witterungs- und anderen Einflüssen. Das gesamte System stellt sicher, dass die im Baukörper vorhandene Wohn- und Baufeuchte ungehindert entweichen kann und über die Hinterlüftungszone nach aussen abgeführt wird.

Auch bezüglich Wärmeschutz lassen sich mit dem System der vorgehängten hinterlüfteten Fassade ausgezeichnete Lösungen realisieren. Da jedoch die vorgehängte hinterlüftete Bekleidung durch die Wärmedämmung hindurch im Tragwerk verankert werden muss, sind Wärmebrücken nicht zu vermeiden.

Die geltenden Normen fordern, dass diese meist punktuellen Wärmebrücken bei der Berechnung des Wärmedurchganges zu berücksichtigen sind. Verschiedene Rechenmodelle wurden dafür entwickelt, eine Abstützung auf praktische Messwerte fehlte bisher.

Seit Herbst 1996 liegt der wissenschaftliche Bericht der EMPA über das Projekt "Wärmebrücken von hinterlüfteten Fassaden - Messungen, Berechnungen, Vergleiche" vor [2]. Im Rahmen dieses Projektes entstand diese Richtlinie; sie dient der Quantifizierung der wärmetechnischen Einflüsse von Wärmebrücken und war von allen Anfang an als Arbeitsinstrument für Planer vorgesehen. Deshalb bilden Prüfungen und Berechnungen an handelsüblichen Unterkonstruktionen die Grundlage der Richtlinie. Die Richtlinie ist, ebenso wie das Projekt, ein Gemeinschaftswerk der beteiligten Verbände und Institutionen.

Der Vielfalt von Baustoffen und Bauteilen sind kaum Grenzen gesetzt. Vorgehen und Berechnungsweise erfolgen deshalb anhand typologisch relevanter Beispiele. Zu einer projektbezogenen Berechnung des Wärmedurchganges sind die Kennwerte der geplanten Konstruktion einzusetzen. Der Einfluss von Bekleidungen aus nicht metallenen Werkstoffen ist vernachlässigbar.

Die Gesamtqualität einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade hängt aber wesentlich von der genauen Detailplanung, der fachgerechten Ausführung der Montagearbeiten und weiteren wichtigen Konstruktionsmerkmalen wie z. B. Schall- und Brandschutz, Wärmespeicherung, Diffusionsverhalten, Langzeitverhalten, etc., ab. Bei der Projektierung von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden sind alle diese Gesichtspunkte gebührend zu berücksichtigen.

Die Richtlinie ermöglicht Planern und Herstellern, den Wärmedurchgang von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden unter Berücksichtigung von konstruktiv bedingten Wärmebrücken zu berechnen und nachzuweisen. Im Kapitel "Ausführungshinweise" sind die wichtigsten Faktoren aufgeführt, die die Wärmeverluste durch vorgehängte hinterlüftete Fassaden beeinflussen. Hersteller von Unterkonstruktionen für vorgehängte hinterlüftete Fassaden können die Wärmebrückenwirkung ihrer Produkte und Systeme nach einem einheitlichen Verfahren ermitteln. Resultate von Berechnungen verschiedener Unterkonstruktionen sind als Datenblätter im Anhang dieser Richtlinie enthalten.

2 Begriffe und Konstruktionsarten

2.1 Begriffe der Konstruktion

Verankerungsgrund (Tragwerk)

Bauteil, in dem die Unterkonstruktion verankert wird.

Verankerungen

Elemente, welche die Unterkonstruktion oder die Bekleidung direkt im Verankerungsgrund befestigen.

Untergrund

Äussere Oberfläche des Verankerungsgrundes.

Unterkonstruktion (UK)

System zur Halterung der Bekleidung und deren Befestigung im Verankerungsgrund.

Halte- und Traganker

Einzelanker zur Befestigung der Bekleidung im Verankerungsgrund.

Konsole

Befestigungselement in unterschiedlichen Ausführungen, vorwiegend aus Metall, mit dem die Tragprofile der Unterkonstruktion in einem festgelegten Abstand zum Verankerungsgrund gehalten und die Auflagerlasten der vorgehängten Fassade in die Gebäudestatik abgetragen werden.

Festpunkt

Konsole, an welcher das Tragprofil fest verschraubt oder vernietet ist (sogenanntes Festlager). Zur Vernietung bzw. zur Verschraubung ist die Konsole häufig mit vorgefertigten Rundlöchern ausgestattet.

Gleitpunkt

Konsole, an welcher das Tragprofil mittels Gleitlager befestigt ist, so dass sich thermisch bedingte Längenänderungen des Profils ohne Schaden auswirken können. Zur Vernietung bzw. zur Verschraubung ist die Konsole häufig mit vorgefertigten Langlöchern ausgestattet.

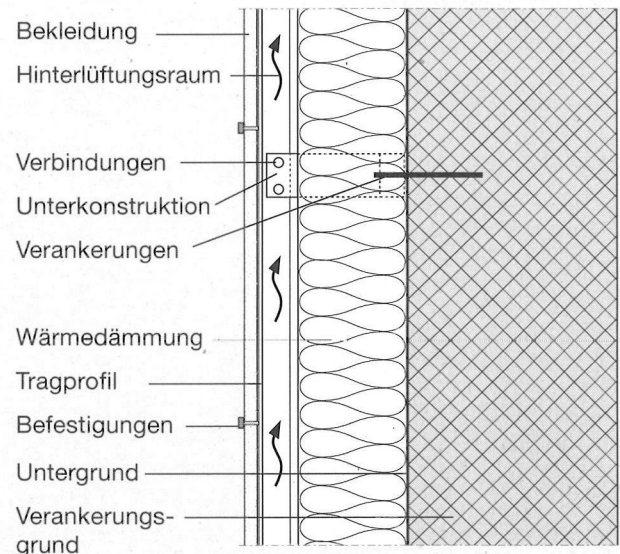
Thermische Trennung

Zusätzlicher thermischer Widerstand, zumeist als wärmedämmende Unterlage zwischen Anker respektive Konsole und Verankerungsgrund.

Holzlattung

Elemente der Unterkonstruktion, ausgebildet als:

- Grundlattung: direkt am Untergrund anliegende Lattung innerhalb der Dämmschicht.
- Konterlattung: mit der Grundlattung verbundene gekonterte Lattung innerhalb der Dämmschicht.
- Traglattung: mit der Grund- oder Konterlattung verbundene Lattung, an der die Bekleidung befestigt wird.



Skizze zu den Begriffen der Konstruktion

Tragprofil

Element der Unterkonstruktion, an dem die Bekleidung befestigt wird.

Verbindungen

Elemente zur mechanischen Verbindung von Teilen der Unterkonstruktion und der Bekleidung.

Befestigungen

Elemente, welche die Bekleidung an der Unterkonstruktion mechanisch befestigen.

Wärmedämmung

Schicht zwischen Verankerungsgrund und Hinterlüftungsraum, die den Wärmeschutz des Aussenwandteiles sicherstellt.

Hinterlüftungsraum

Der mit Aussenluft durchströmte Querschnitt zwischen Bekleidung und dahinterliegender Schicht für:

- Feuchteschutz
- Ableitung von Luftfeuchtigkeit
- Reduktion des Wärmestaus

Bekleidung

Element, welches der Fassade Form, Struktur und Farbe gibt. Die Bekleidung kann mit offenen oder hinterlegten Fugen, mit Stossausbildung oder Überdeckung erstellt werden.

2.2 Begriffe der Wärmeübertragung

U	Wärmedurchgangskoeffizient (früher k)	W/(m ² ·K)
U ₀	Wärmedurchgangskoeffizient der ungestörten Wand (ohne Wärmebrücken)	W/(m ² ·K)
ΔU	Wärmebrückenzuschlag	W/(m ² ·K)
h	Wärmeübergangskoeffizient (früher α)	W/(m ² ·K)
L ^{2D}	Thermischer Leitwert einer 2D-Berechnung	W/(m·K)
L ^{3D}	Thermischer Leitwert einer 3D-Berechnung	W/K
ψ	Linearer Wärmebrücken- Verlustkoeffizient (grosses Psi)	W/(m·K)
χ	Punktueler Wärmebrücken- Verlustkoeffizient (kleines Chi)	W/K
R	Thermischer Widerstand	m ² ·K/W
A	Projektionsfläche	m ²
l	Perimeterlänge resp. Länge der linearen Wärmebrücke	m

Der Wärmedurchgangskoeffizient U beinhaltet alle vorhandenen Wärmebrückenzuschläge gemäss folgenden Formeln:

- als Summe der Verlustkoeffizienten

$$U = \frac{U_0 \cdot A + \sum \psi \cdot l + \sum \chi}{A} \quad \text{W/(m}^2\text{·K)}$$

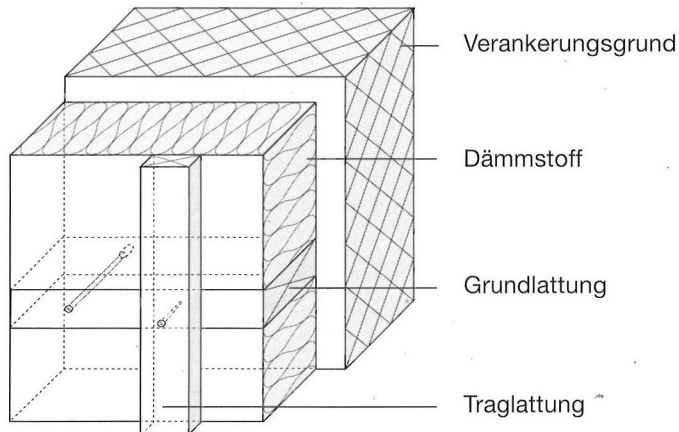
- als Gesamtzuschlag zum U-Wert

$$U = U_0 + \Delta U \quad \text{W/(m}^2\text{·K)}$$

Die Grundlagen und der Ansatz für die Berechnung des Wärmedurchganges wird in Kapitel 3.2 erläutert.

2.3 Grundkonstruktionen

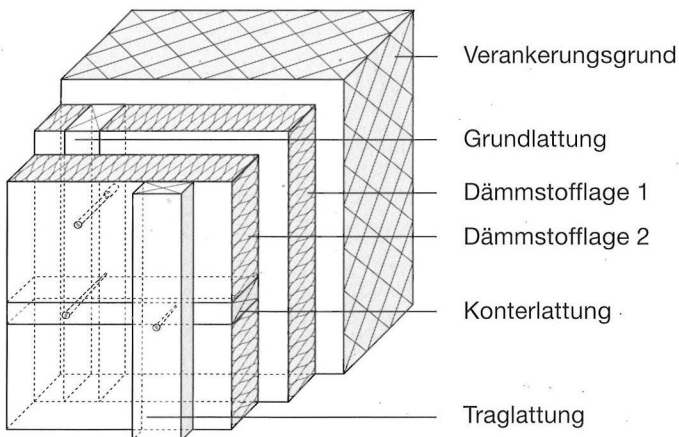
Die folgenden Darstellungen zeigen nur einen Teil der heute verwendeten Konstruktionen.



2.3.1 Holz-Unterkonstruktion mit Grundlattung

Bei dieser Konstruktion wird eine Grundlattung in der Dicke der einlagigen Wärmedämmschicht direkt im Verankerungsgrund befestigt. Auf diese Lattung werden die Traglatten zur Befestigung der Bekleidung angebracht.

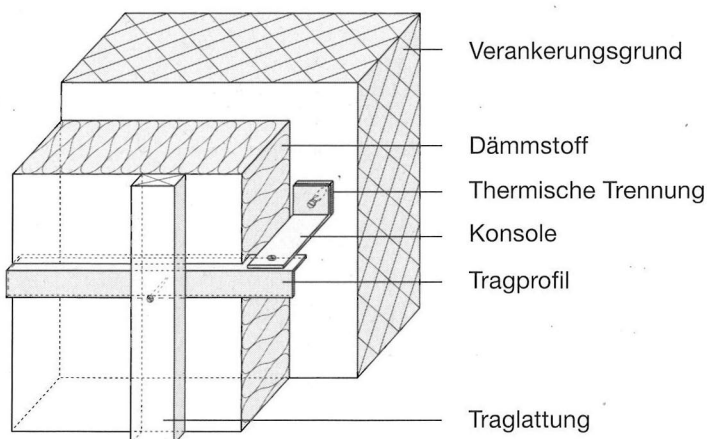
Der Wärmedurchgang kann nach dem Näherungsverfahren EN ISO 6946 (1996) ermittelt werden (kein Datenblatt vorhanden).



2.3.2 Holz-Unterkonstruktion mit Konterlattung

Bei dieser Konstruktion wird die Konterlattung kreuzweise auf die Grundlatten befestigt. Die Wärmedämmung wird in zwei Lagen zwischen die Holzlatten gelegt. Auf die Konterlattung werden die Traglatten für die Befestigung der Bekleidung angebracht.

Ein Datenblatt befindet sich im Anhang.

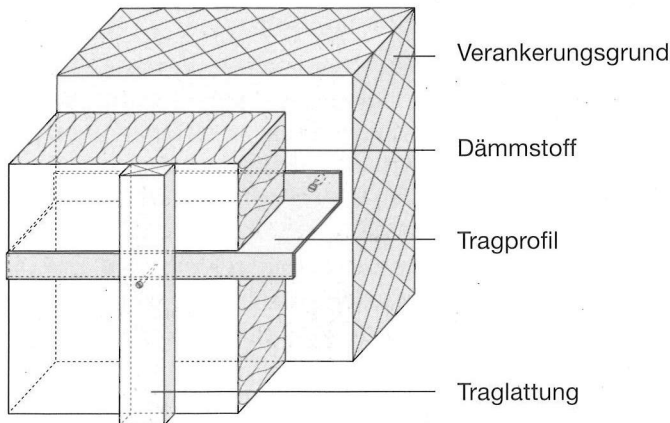


2.3.3 Holz-Metall-Unterkonstruktion

Bei dieser Konstruktion wird die Traglattung auf einer justierbaren Metallunterkonstruktion befestigt, die aus Konsolen und Tragprofilen in Aluminium oder korrosionsgeschütztem Stahl besteht.

Die Wärmedämmung wird einlagig verlegt. Zur Verringerung der Wärmebrückenwirkung können thermische Trennelemente eingesetzt werden.

Ein Datenblatt befindet sich im Anhang.

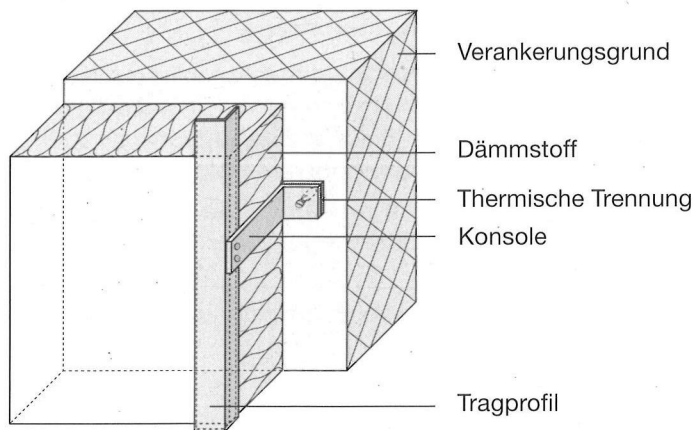


2.3.4 Metall-Unterkonstruktion mit Tragprofilen

Bei dieser Konstruktion werden Tragprofile direkt im Verankerungsgrund befestigt. Die Tragprofile bestehen meist aus Aluminium oder korrosionsgeschütztem Stahl.

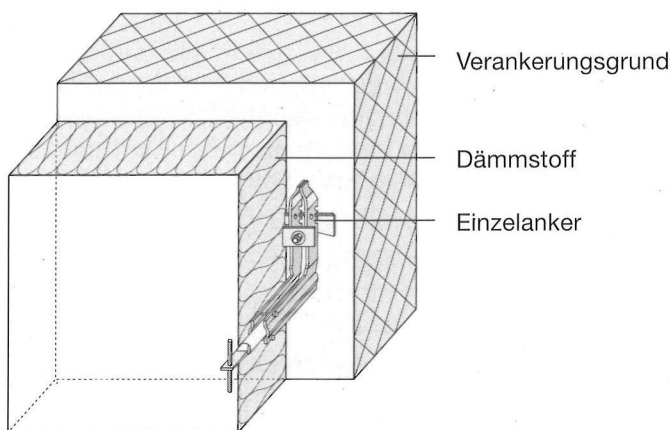
Die Z-förmigen Profile werden vor allem als Unterkonstruktion für Fassaden mit profilierten Blechen eingesetzt.

Ein Datenblatt befindet sich im Anhang.



2.3.5 Metall-Unterkonstruktion mit Konsolen

Bei dieser Konstruktion (oft aus Aluminium) werden die erforderlichen Tragprofile mittels Konsolen, die in Form von Wandwinkeln ausgebildet sind, in einem definierten Abstand vor dem Verankerungsgrund montiert. (Der Abstand entspricht der Dämmstoffdicke plus der Bautiefe des Hinterlüftungsraumes.) Dabei werden unterschiedliche Formen und Grössen von Wandwinkeln eingesetzt, deren Auswahl u. a. durch die Art der Befestigung der Bekleidung festgelegt wird. Thermische Trennelemente können die Wärmebrückenwirkung verkleinern. (Datenblatt im Anhang)



2.3.6 Halte- und Traganker (Direktverankerung)

Systemspezifische Einzelanker aus Chrom-Nickel-Stahl, welche hauptsächlich zur Verankerung von Natursteinbekleidungen eingesetzt werden.

Ein Datenblatt befindet sich im Anhang.

3 Bestimmung der thermischen Kennwerte

3.1 Prüfung Wärmedurchgang

3.1.1 Prüfanordnung und Prüfverfahren

Für die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten wird das Heizkastenverfahren gemäss EN ISO 8990 (1996) verwendet. Der Einfluss der Unterkonstruktion auf den Wärmedurchgang wird an einer Referenzwand, bestehend aus 18 cm Beton mit 10 cm Wärmedämmung, ermittelt. Die Wand sollte eine Fläche von ca. 3 m² aufweisen. Mit einer "Nullmessung" wird vorerst der Wärmedurchgang der wärmegeämmten Wand *ohne* Unterkonstruktion bestimmt, anschliessend wird dieselbe Wand *mit* Unterkonstruktion bei denselben Randbedingungen gemessen. Aus der Differenz der beiden Messergebnisse wird der Wärmeverlust der Unterkonstruktion bestimmt. Bei der Wahl der Anzahl Verankerungen ist zu beachten, dass der Abstand zwischen den einzelnen Punkten so gross gewählt wird, dass die gegenseitige thermische Beeinflussung vernachlässigbar klein wird. Diese Abklärungen können vorgängig mit einer Berechnung durchgeführt werden. Der relevante Wirkungsradius einer Aluminiumkonsole liegt – wie Erfahrungen zeigen – bei rund 40 cm. Mit Hilfe von Thermographiemessungen kann nach einer Messung im Heizkasten die Temperaturverteilung an der Wandoberfläche auf der warmen Seite zu Kontrollzwecken visualisiert werden.

Für alle Prüfungen wird die hinterlüftete Bekleidung weggelassen, da deren Einfluss auf den Wärmedurchgangskoeffizienten bei nichtmetallinen Materialien gering ist. Die Prüfbedingung bezüglich Luftgeschwindigkeit wird auf der kalten Seite so gewählt, dass sie dem effektiven Mittelwert in einem Hinterlüftungsraum entspricht (0.3 bis 0.4 m/s).

Die Wandkonstruktion ist vor der Prüfung so zu lagern, dass ein Feuchtegleichgewichtszustand bei Raumklimabedingungen von 21° C (± 2 K) und 50 % r. F. (± 10 %) erreicht wird.

3.1.2 Prüfbedingungen

Für jede Prüfwand wird eine Messung bei folgenden Bedingungen durchgeführt:

- Lufttemperatur auf der Warmseite: ca. 22° C
- Luftgeschwindigkeit auf der Warmseite: ca. 0.3 m/s
- Lufttemperatur auf der Kaltseite: ca. - 8° C
- Luftgeschwindigkeit auf der Kaltseite: 0.3 - 0.4 m/s

Die Einlaufzeit der Wand bis zum Erreichen eines stationären Zustandes beträgt 4 bis 5 Tage, die Messung im stationären Zustand sollte über mindestens 24 Stunden erfolgen.

3.1.3 Darstellung der Ergebnisse

Die Resultatdarstellung im Messbericht hat den Anforderungen gemäss EN ISO 8990 zu genügen.

Die folgenden Kennwerte sind auszuweisen:

- Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der Wand ohne Unterkonstruktion (Nullmessung) in W/(m²·K)
- Wärmedurchgangskoeffizient U der Wand mit Unterkonstruktion in W/(m²·K)
- Differenz des Wärmedurchgangskoeffizienten ΔU mit und *ohne* Unterkonstruktion in W/(m²·K)
- Wärmebrückenverlustkoeffizienten, linearer in W/(m·K) bzw. punktueller in W/K.

3.2 Berechnung Wärmedurchgang

3.2.1 Grundlage, Ansatz

Für die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U einer hinterlüfteten Fassade müssen die vorhandenen Wärmebrücken gemäss EN ISO 10211-1 mit folgenden Ansätzen berücksichtigt werden (Begriffe siehe 2.2):

Punktuelle Wärmebrücken:

$$\chi = L^{3D} - \psi \cdot l - U_0 \cdot A \quad \text{W/K}$$

Linien-Wärmebrücken der Länge l :

$$\psi = L^{2D} - U_0 \cdot l \quad \text{W/(m·K)}$$

Wärmebrückenzuschlag:

$$\Delta U = \frac{L^{3D}}{A} - U_0 \quad \text{W/(m}^2\text{·K)}$$

Bei einfachen 2-dimensionalen Wärmebrücken (z. B. einlattige Holzunterkonstruktionen) ist es auch zulässig, das Näherungsverfahren gemäss EN ISO 6946 (1996) einzusetzen.

3.2.2 Berechnungsverfahren

Das mehrdimensionale Berechnungsverfahren für die Bestimmung des Wärmebrückenzuschlages bzw. der verschiedenen Wärmebrücken-Verlustkoeffizienten hat die allgemeinen Bedingungen gemäss EN ISO 10211-1 (1995) zu erfüllen. Für eine Wand mit Unterkonstruktion muss ein dreidimensionales, stationäres Rechenmodell verwendet werden. Für die Berechnung kann ein Ausschnitt aus einer Wand unter Ausnutzung der vorhandenen Symmetrien gewählt werden. Analog wie bei den Messungen kann die Wand ohne hinterlüftete Bekleidung betrachtet werden. Die Diskretisierung des Wandausschnittes muss im Bereich von Schichten, welche

stark unterschiedliche Wärmeleitfähigkeiten aufweisen, besonders sorgfältig durchgeführt werden. Die vom Rechenprogramm gewählten Lösungsverfahren und deren Genauigkeitskriterien müssen bekannt sein und ausgewiesen werden.

Es ist zu beachten, dass die Beziehung zwischen dem Wärmebrückenzuschlag ΔU und der Anzahl punktueller Wärmebrücken pro Flächeneinheit nicht linear ist (gegenseitige Beeinflussung).

schnitt 3.1 zu vergleichen. Für den Vergleich sind neben dem Wärmeverlustkoeffizienten auch Temperaturen an ausgewählten Knoten zu berücksichtigen.

3.2.3 Randbedingungen

Die verwendeten Wärmeleitfähigkeiten müssen zusammen mit der Charakterisierung der Materialien durch deren Rohdichte einzeln deklariert werden. Bei Lufthohlräumen ist die Bestimmung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit nach der in EN ISO 6946 (1996) bzw. prEN ISO 10077-2 (1997) angegebenen Methode durchzuführen. Die Berechnungen sind für folgende Randbedingungen durchzuführen :

- Lufttemperatur auf der Warmseite: ca. 22° C
- h-Wert auf der Warmseite: 8 W/(m²·K)
- Lufttemperatur auf der Kaltseite: ca. -8° C
- h-Wert auf der Kaltseite: 8 W/(m²·K)
(hinterlüftete Bekleidung)

3.2.4 Rechenergebnisse

Die Darstellung der Rechenergebnisse hat folgende Elemente zu umfassen:

- Detaillierter Beschrieb des Objektes (Zeichnung mit verwendeten Abmessungen, Wärmeleitfähigkeitswerte, verwendete Randbedingungen)
- Berechneter Wärmedurchgang des ganzen Objektes und Angaben zur Rechengenauigkeit (z. B. Objekt- und Knoten-Divergenz)
- Wärmebrückenzuschlag in W/(m²·K)
- Linearer Wärmebrücken-Verlustkoeffizient in W/(m·K)
- Punktueller Wärmebrücken-Verlustkoeffizient je Befestigungspunkt in W/K
- Darstellung des Isothermenverlaufes für ausgewählte Schnitte

3.2.5 Überprüfung der Rechenresultate

Bei geometrisch komplexen Unterkonstruktionen und bei ungenauen Randbedingungen (z. B. Kontaktflächen, geringe Luftspalte etc.) ist es unerlässlich, die Wahl der Diskretisierung und der eingesetzten Wärmeleitfähigkeitswerte genauer zu überprüfen. Hierzu ist es notwendig, die Rechenresultate mit Ergebnissen von Messungen nach dem Heizkastenverfahren gemäss Ab-

4 Berechnungshilfen für die Planung und Projektierung

4.1 Allgemeine Hinweise

Verschiedene rechnerische und messtechnische Untersuchungen (vgl. Lit. [1,2,3]) haben gezeigt, dass bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden erhebliche Wärmebrücken in der Unterkonstruktion auftreten können. Folgende Einflussfaktoren gilt es bei der Beurteilung der gesamten Wärmebrückenwirkung zu beachten:

- Material der Unterkonstruktion (Wärmeleitfähigkeit des Materials)
- Querschnittsfläche der Unterkonstruktion, welche die Wärmedämmung durchdringt
- Auflagefläche der Unterkonstruktion auf dem Verankerungsgrund
- Thermischer Kontakt zwischen Unterkonstruktion und Verankerungsgrund, Einsatz eines thermischen Trennelementes oder eines Luftspaltes
- Art und Material der Verankerung im Untergrund (Dübel, Schrauben)
- Kollektorwirkung der Tragprofile der Unterkonstruktion und der Bekleidung
Metallene Bekleidungen sind durch Labormessungen oder Berechnungen speziell zu untersuchen, da zur Zeit noch wenige Erfahrungswerte vorliegen (vgl. Lit. [3]).
- Material und Dicke des Verankerungsgrundes (thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes respektive der Tragkonstruktion)
- Dicke der Wärmedämmschicht
- Anzahl der aus statischen Gründen erforderlichen Befestigungspunkte (Konsolen)

Für den praktischen Fall ist zu beachten, dass bei ungenügender Ausführungsqualität weitere Wärmeverluste entstehen können. Beispiele (Vergleiche auch Kapitel 5.2):

- Schlechte Anpassung der Wärmedämmung um die Konsolen und Anker
- Lufthinterspülte Wärmedämmung
- Feuchtigkeit in der Konstruktion

Für die folgenden Unterkonstruktionen (vgl. Lit. [1] und [2]) sind im Anhang Bemessungsdiagramme für die Planung und Projektierung erstellt worden:

- Holz-Unterkonstruktion zweilagig (kreuzweise Latung)
- Direkt befestigtes Tragprofil
- Stahl-Unterkonstruktion mit Holzlattung aussen, mit und ohne thermischem Trennelement
- Aluminium-Unterkonstruktion (Vollmetallsystem), mit und ohne thermischem Trennelement
- Halte- und Traganker aus Chrom-Nickel-Stahl

4.2 Annahmen und Randbedingungen

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Wärmeschutznachweises der vorgehängten hinterlüfteten Fassade sind in der Regel erst Gebäudepläne im Massstab 1:100 vorhanden. Für den objektspezifischen Nachweis kann deshalb von einer typischen Fassadensituation ausgegangen werden, an welcher die Anzahl der punkt- respektive linienförmigen Wärmebrücken abgeschätzt werden kann. Ein ausführliches Beispiel ist im Anhang dokumentiert.

4.3 Bemessungsdiagramme (Datenblätter)

Für eine Anzahl typischer Unterkonstruktionen wurden Datenblätter mit Bemessungsdiagrammen zur Ermittlung der Wärmebrücken-Verlustkoeffizienten erstellt. Mit Hilfe von 3D-Berechnungen wurden die wichtigsten Einflussfaktoren gemäss Kapitel 3 quantitativ ermittelt.

Für Wärmedämmdicken über 100 mm ist der punktuelle Wärmebrücken-Verlustkoeffizient eines bestimmten Unterkonstruktionssystems (Geometrie und Material vorgegeben) in erster Linie abhängig vom thermischen Widerstand R des Verankerungsgrundes und der thermischen Trennung zwischen der Unterkonstruktion und dem Verankerungsgrund. Zwischenwerte in den Bemessungsdiagrammen dürfen linear interpoliert werden.

Für jedes Unterkonstruktionssystem wurde ein Datenblatt mit detailliertem Systembeschrieb und den thermischen Kennwerten sowie ein Berechnungsblatt zur Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten eines typischen Fassadenausschnittes erstellt.

Ein detailliertes Anwendungsbeispiel ist im Anhang enthalten.

Typische thermische Werte R des Verankerungsgrundes können aus den Tabellen im Anhang abgelesen werden.

Bei inhomogenem (mehrschichtigem) Aufbau des Verankerungsgrundes müssen objektspezifische Berechnungen durchgeführt werden.

4.4 Berechnungsblätter

Im Anhang befinden sich Berechnungsblätter (Vorlagen), welche die einzelnen Schritte zur Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten für einen typischen Fassadenausschnitt aufzeigen:

- Angabe der Randbedingungen (Statikingenieur)
- Anordnung der Unterkonstruktion (Montageschema)
- Wärmedurchgangsberechnung

5 Ausführungshinweise

5.1 Verankerung, Unterkonstruktion

Für eine vorgehängte hinterlüftete Fassade hängt die Wahl eines geeigneten Unterkonstruktions-Systems und dessen Verankerung von verschiedenen Kriterien ab:

- Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit
- Statische Einwirkungen
- Konstruktive Ausbildungen
- Wärmetechnisches Verhalten
- Kosten und Unterhalt

Mit Rücksicht auf die Anwendbarkeit der Richtlinie wurden die erforderlichen Anschluß- und Eckausbildungen nicht einzeln betrachtet. Diesen Detailpunkten ist im Hinblick auf deren Wärmebrückenwirkung zusätzliche Beachtung zu schenken.

Bei der Verlegung der Unterkonstruktion ist auf die Einhaltung der Montagerichtlinien der Hersteller und auf die Angaben des Statikingenieurs zu achten.

Aus wärmetechnischer Sicht gilt dies vor allem für folgende Punkte:

- Beim Einsatz eines thermischen Trennelementes zur Verringerung der Wärmebrückenwirkung der Unterkonstruktion muss dessen Gebrauchstauglichkeit beachtet werden (Materialqualität, Dauerhaftigkeit).
- Die Anordnung der Tragprofile sollte möglichst außerhalb der Wärmedämmung erfolgen. Tragprofile in Form von Profilstegen innerhalb der Wärmedämmung bilden neben den punktuellen Wärmebrücken der Wandkonsolen zusätzliche lineare Wärmebrücken.
- Der Einfluß der eingesetzten Verankerungselemente (Dübel) wurde laut EMPA-Schlußbericht Nr. 158 740 als gering beurteilt. Somit sollte deren Auswahl nach den jeweiligen statischen Erfordernissen und dem Verankerungsgrund erfolgen.
- Die Anzahl der erforderlichen Unterkonstruktionen ist ein entscheidender Faktor bei der Ermittlung der Zusatzverluste. Verbesserungen an der Unterkonstruktion (z. B. Reduktion des Konsolenquerschnittes) verkleinern die Wärmebrückenwirkung, gesamt gesehen kann jedoch durch einen statisch bedingten grösseren Bedarf an Unterkonstruktionen der Wärmeverlust nicht verkleinert werden.

5.2 Wärmedämmung

Sichtbare Unterbrechungen einer Wärmedämmschicht führen zu einem verstärkten Wärmefluss. Um dies zu erkennen, bedarf es keiner Berechnung.

Bei einer fachgerechten Verlegung der Dämmschicht wird die Wärmedämmung so gut wie möglich um die Durchdringungen – sprich Wärmebrücken – herum dicht angeschlossen und so befestigt, daß sie weder beweglich ist, noch umlüftet werden kann.

Inwieweit die Dämmstoff-Verarbeitungsqualität Einfluß auf die Erhöhung der Wärmebrückenwirkung nehmen kann, zeigen Untersuchungen der EMPA an hinterlüfteten Fassaden [1]. Die zusätzlichen Verluste der Wärmebrücken können doppelt so hoch ausfallen. Kommt es sogar zu einer Luftumspülung des Dämmstoffes, kann sich der Transmissionswärmeverlust um ein Vielfaches erhöhen. [15]

Verlegeabhängige Wärmeverluste, die über die konstruktiv bedingten Wärmebrückenverluste hinaus gehen, lassen sich bei fachgerechter Montage der Wärmedämmschicht verhindern.

5.3 Bekleidung

Metallene Bekleidungen können zusätzliche Wärmeverluste erzeugen. Die Verluste sind je nach Unterkonstruktion, Befestigung und Form der Bekleidung unterschiedlich. Diese Verluste müssen fallweise bestimmt und berücksichtigt werden.

6 Literaturhinweise

- [1] Ch. Tanner: Hinterlüftete Fassaden, Bauphysikalische Untersuchungen; EMPA Bericht Nr. 127 378 (1993, 2. Ausgabe)
- [2] Ch. Tanner, K. Ghazi-Wakili, H. L. Schellen: Wärmebrücken von hinterlüfteten Fassaden, Messungen, Berechnungen, Vergleiche; EMPA Bericht Nr. 158 740 (1996)
Bezug: Sekretariat SVDW
- [3] R. Berger, E. Czielski, R. Müller, R. Rudolphi: 3D-Wärmebrückenberechnungen bei hinterlüfteten Aussenwandkonstruktionen zur Reduzierung der Energieverluste im Bereich der Verankerungskonstruktionen; wksb Heft 39/1997
- [4] SIA 180 (1988) Wärmeschutz im Hochbau
- [5] SFHF Richtlinien (1992)
- [6] SZFF Richtlinie 41.10 (1994) Berechnung des mittleren k-Wertes von Leichtbaufassaden
- [7] EN ISO 6946 (1996) Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
- [8] EN ISO 8990 (1996) Bestimmung der Wärmedurchgangseigenschaften im stationären Zustand - Verfahren mit dem kalibrierten und geregelten Heizkasten
- [9] EN ISO 10211-1 (1995)
Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen
Teil 1 : Allgemeine Berechnungsverfahren
- [10] prEN ISO 10077-2 (1997)
Fenster, Türen und Rolläden – Berechnung des Wärmedurchganges
Teil 2 : Numerische Methoden
- [11] DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau
- [12] DIN 18516 Aussenwandbekleidungen, hinterlüftet
- [13] DIN 18517 Aussenwandbekleidungen aus kleinformatigen Fassadenplatten
- [14] DIN 18807 Trapezprofile im Hochbau
- [15] Jan G. N. Lecompte: Untersuchungen zu wärme-
gedämmtem, zweischaligem Mauerwerk;
wksb Heft 26/1989

7 Anhang

Anwendungsbeispiel zu Bemessungsdiagramm	16
Tabellen zur Ermittlung üblicher R-Werte des Verankerungsgrundes	
• R-Werte für Deutschland nach DIN 4108, Teil 4	18
• R-Werte für die Schweiz nach SIA 381/1	19
Datenblätter Grundvarianten von Unterkonstruktionen	
• Zweischichtige, kreuzweise Holzlattung	21
• Stahl-Unterkonstruktion mit Holzlattung	23
• Aluminium-Unterkonstruktion	25
• Z-Tragprofil aus Aluminium mit Holzlattung	27
• Halte- und Traganker aus Chrom-Nickel-Stahl	29
Datenblätter von Unterkonstruktionssystemen verschiedener Hersteller (in alphabetischer Reihenfolge)	
• BWM Aluminium-Unterkonstruktion "ATK 100 Minor"	31
• BWM Aluminium-Unterkonstruktion "ATK 101"	33
• BWM Aluminium-Unterkonstruktion "ATK 601"	35
• Foamglas-System "UK-1000"	37
• Halfen "SUK"-Schienensystem aus Chrom-Nickel-Stahl	39
• Ickler Aluminium-UK "Clickpress 1000" (Gleitpunkt)	41
• Ickler Aluminium-UK "Clickpress 1000" (Festpunkt)	43
• ISPO Frontech System "A-PL"	45
• Wagner "UK-System WSZ"	47

Ein wärmetechnischer Vergleich verschiedener Unterkonstruktionssysteme hat über das Berechnungsblatt unter Angabe der gewählten Randbedingungen zu erfolgen.

Anwendungsbeispiel: Aluminium-Unterkonstruktion (Vollmetallsystem)

Diese und die weiteren Grundkonstruktionen sind herstellerunabhängig. Die Dimensionierung der Unterkonstruktion soll in der Regel durch den Statikingenieur zusammen mit dem Systemanbieter aufgrund der Randbedingungen (Lasten, Bekleidung, gesetzliche Vorschriften, etc.) bestimmt werden.

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoffe:

Profile aus Aluminium-Legierung
Abstandhalter aus PVC-GHS (Hartschaum)

Geometrie:

Konsole:

Querschnitt 60 mm x 4 mm

Schenkel 50 mm / 130 mm

Winkel aussen 45 mm x 45 mm x 2 mm

Thermisches Trennelement 60 mm x 50 mm x 6 mm

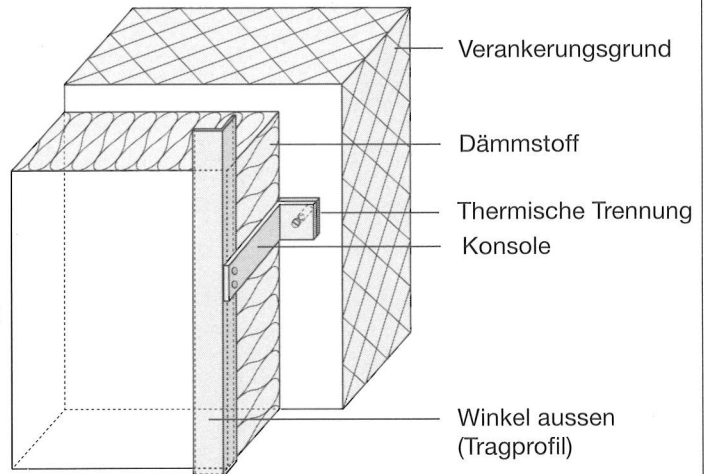
Verankerung:

Metall-Ankerhülsen CrNiMo-Stahl Typ A4

M8-Stahlschrauben CrNiMo-Stahl Typ A4

Bemerkungen:

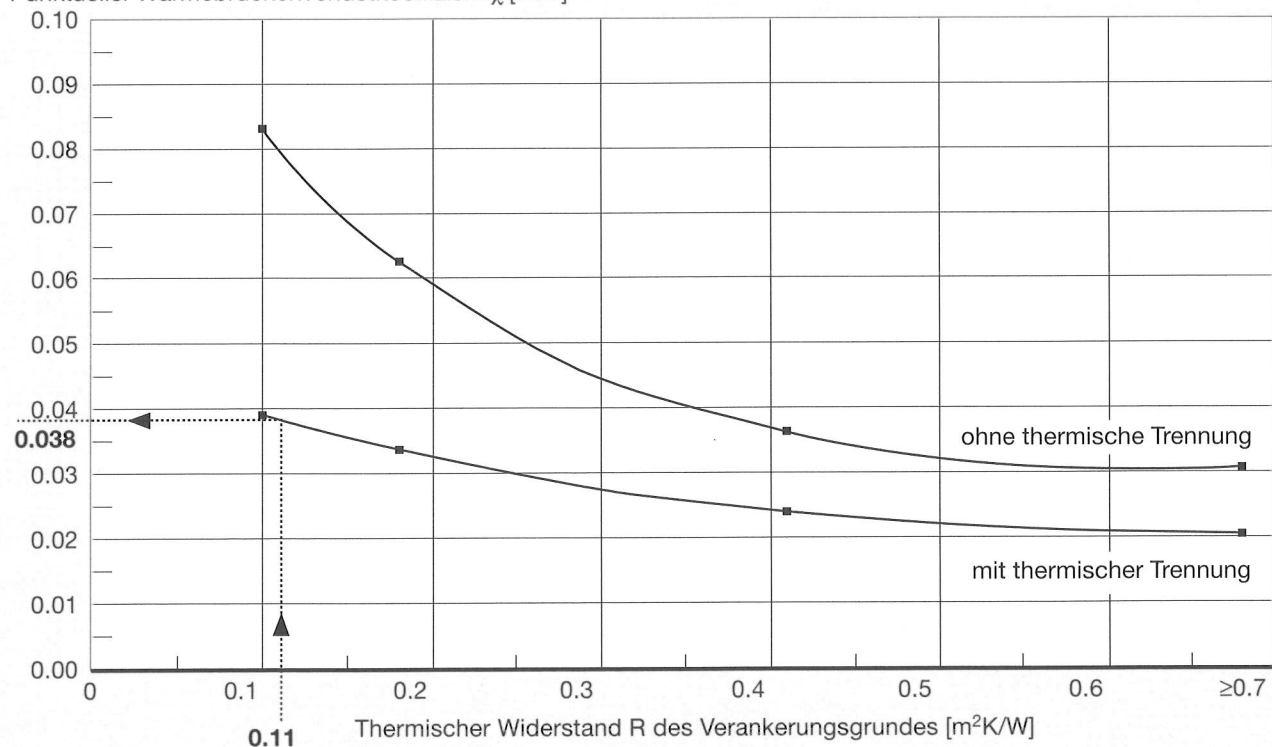
Gleit- und Festpunkte thermisch gleich zu behandeln.



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes und der thermischen Trennung (6 mm dicke PVC-GHS Unterlage)

Punktueller Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



Ablesebeispiel für Verankerungsgrund aus 20 cm Beton: $R = 0.11 \text{ m}^2\text{K/W} \rightarrow \chi = 0.038 \text{ [W/K]}$

Berechnungsblatt: Aluminium-Unterkonstruktion (Vollmetallsystem)
Randbedingungen

Fassadenbekleidung: Faserzementplatten Grossformat, sichtbar genietet

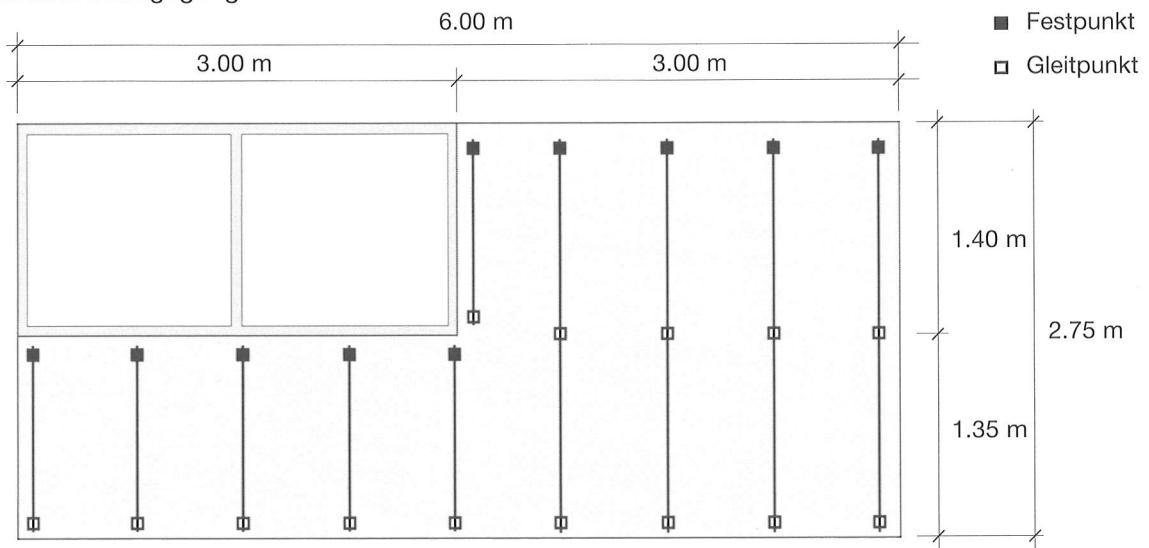
Eigengewicht: $\leq 200 \text{ N/m}^2$

Windlasten: Winddruck $\leq 1'100 \text{ N/m}^2$, Windsog $\leq 770 \text{ N/m}^2$

Verankerungsgrund: 20 cm Beton

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	0	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	10	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	14	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	0.110	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	0.120	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	0.040	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	0.30	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	-	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	-	W/(m·K)
Punktueller Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	0.038	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient $(0.30 \cdot 12.3 + 24 \cdot 0.038) / 12.3$	0.37	W/(m²·K)
---	-------------	----------------------------

Baustoff	λ W/(m·K)	Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes in m²K/W Dicke in cm (Zwischenwerte können interpoliert werden)						
		15	20	25	30	35	40	45
Beton	2.10	0.07	0.10	0.12	0.14	0.17	0.19	0.21
	1.60	0.09	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28
Kalksandsteine	1.30	0.12	0.15	0.19	0.23	0.27	0.31	0.35
	1.10	0.14	0.18	0.23	0.27	0.32	0.36	0.41
	0.99	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
	0.79	0.19	0.25	0.32	0.38	0.44	0.51	0.57
	0.70	0.21	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64
	0.56	0.27	0.36	0.45	0.54	0.63	0.71	0.80
	0.50	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
Vollklinker, Hochlochklinker	1.20	0.13	0.17	0.21	0.25	0.29	0.33	0.38
	0.96	0.16	0.21	0.26	0.31	0.36	0.42	0.47
	0.81	0.19	0.25	0.31	0.37	0.43	0.49	0.56
Vollziegel, Hochlochziegel	0.96	0.16	0.21	0.26	0.31	0.36	0.42	0.47
	0.81	0.19	0.25	0.31	0.37	0.43	0.49	0.56
	0.68	0.22	0.29	0.37	0.44	0.51	0.59	0.66
	0.58	0.26	0.34	0.43	0.52	0.60	0.69	0.78
	0.50	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
Leichthochlochziegel (Lochung A und B)	0.45	0.33	0.44	0.56	0.67	0.78	0.89	1.00
	0.42	0.36	0.48	0.60	0.71	0.83	0.95	1.07
	0.39	0.38	0.51	0.64	0.77	0.90	1.03	1.15
	0.36	0.42	0.56	0.69	0.83	0.97	1.11	1.25
Leichthochlochziegel	0.39	0.38	0.51	0.64	0.77	0.90	1.03	1.15
	0.36	0.42	0.56	0.69	0.83	0.97	1.11	1.25
	0.33	0.45	0.61	0.76	0.91	1.06	1.21	1.36
	0.30	0.50	0.67	0.83	1.00	1.17	1.33	1.50
Hüttensteine	0.76	0.20	0.26	0.33	0.39	0.46	0.53	0.59
	0.70	0.21	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64
	0.64	0.23	0.31	0.39	0.47	0.55	0.63	0.70
	0.58	0.26	0.34	0.43	0.52	0.60	0.69	0.78
	0.52	0.29	0.38	0.48	0.58	0.67	0.77	0.87
	0.47	0.32	0.43	0.53	0.64	0.74	0.85	0.96
Porenbeton-Blocksteine	0.29	0.52	0.69	0.86	1.03	1.21	1.38	1.55
	0.27	0.56	0.74	0.93	1.11	1.30	1.48	1.67
	0.24	0.63	0.83	1.04	1.25	1.46	1.67	1.88
	0.22	0.68	0.91	1.14	1.36	1.59	1.82	2.05
	0.20	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25
Porenbeton-Plansteine	0.27	0.56	0.74	0.93	1.11	1.30	1.48	1.67
	0.23	0.65	0.87	1.09	1.30	1.52	1.74	1.96
	0.20	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25
	0.17	0.88	1.18	1.47	1.76	2.06	2.35	2.65
	0.15	1.00	1.33	1.67	2.00	2.33	2.67	3.00

Tabelle 1: Kennwerte des thermischen Widerstandes R für Deutschland nach DIN 4108 Teil 4

Baustoff	λ W/(m·K)	Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes in m ² K/W Dicke in cm (Zwischenwerte können interpoliert werden)						
		15	20	25	30	35	40	45
Beton	1.80	0.08	0.11	0.14	0.17	0.19	0.22	0.25
Blähtonbeton	1.00	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
	0.70	0.21	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64
	0.50	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
	0.30	0.50	0.67	0.83	1.00	1.17	1.33	1.50
Modulbacksteine (Einstein)	0.44	0.34	0.45	0.57	0.68	0.80	0.91	1.02
Modulbacksteine (Verband)	0.37	0.41	0.54	0.68	0.81	0.95	1.08	1.22
Isolierbacksteine	0.47	0.32	0.43	0.53	0.64	0.74	0.85	0.96
Sichtbacksteine	0.52	0.29	0.38	0.48	0.58	0.67	0.77	0.87
Kalksandsteine	1.10	0.14	0.18	0.23	0.27	0.32	0.36	0.41
	1.00	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
	0.80	0.19	0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56
Zementsteine	1.10	0.14	0.18	0.23	0.27	0.32	0.36	0.41
Zementblocksteine	0.70	0.21	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64
Porenbetonsteine	0.21	0.71	0.95	1.19	1.43	1.67	1.90	2.14
	0.18	0.83	1.11	1.39	1.67	1.94	2.22	2.50
	0.16	0.94	1.25	1.56	1.88	2.19	2.50	2.81

Tabelle 2: Kennwerte des thermischen Widerstandes R für die Schweiz nach SIA 381/1

Datenblatt: Zweischichtige, kreuzweise Holzlattung, Lattenabstand 60 cm

Hersteller: herstellerunabhängiges Grundsystem

Adresse:

Tel. / Fax:

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoff:

Holz

Geometrie:

Grundlattung vertikal 50 mm x 50 mm

Lattenabstand 60 cm

Konterlattung horizontal 50 mm x 50 mm

Lattenabstand 60 cm

Traglattung vertikal 70 mm x 30 mm

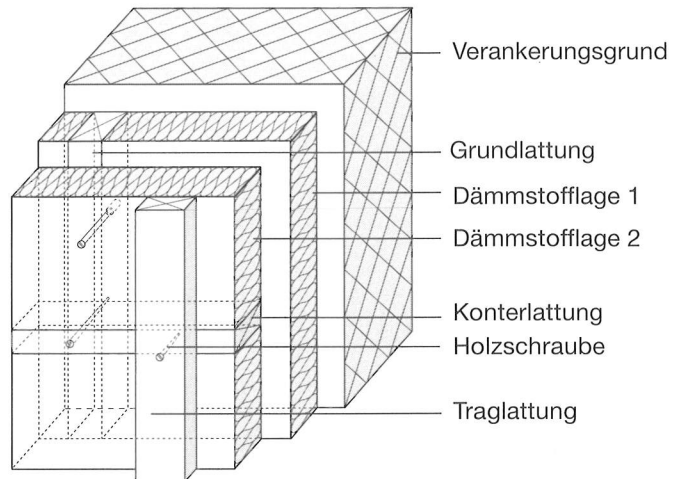
Verankerung:

Metall-Ankerhülsen CrNiMo-Stahl Typ A4

M8-Stahlschrauben CrNiMo-Stahl Typ A4

Bemerkungen:

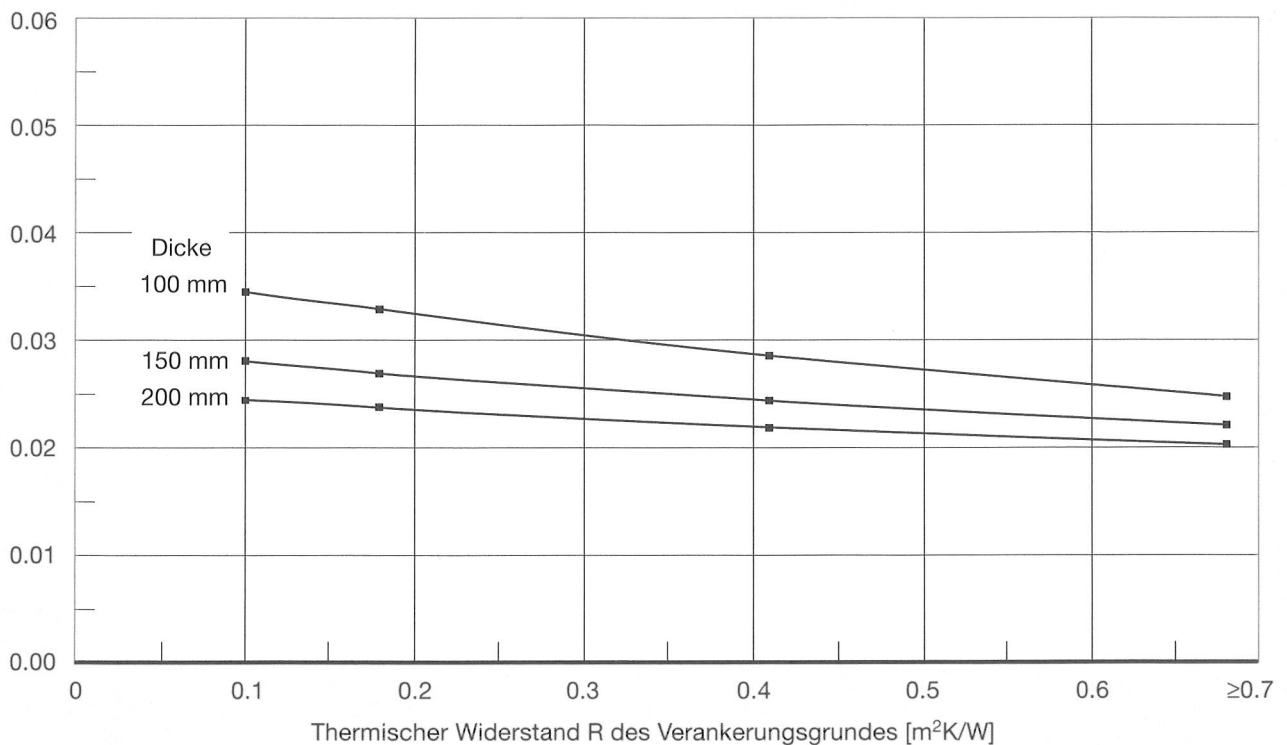
Holzschrauben aus verzinktem Stahl



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes und der Dicke der Wärmedämmung

Wärmebrückenzuschlag ΔU [W/(m²·K)]



Berechnungsblatt: Zweischichtige, kreuzweise Holzlattung, Lattenabstand 60 cm
Randbedingungen

Fassadenbekleidung:

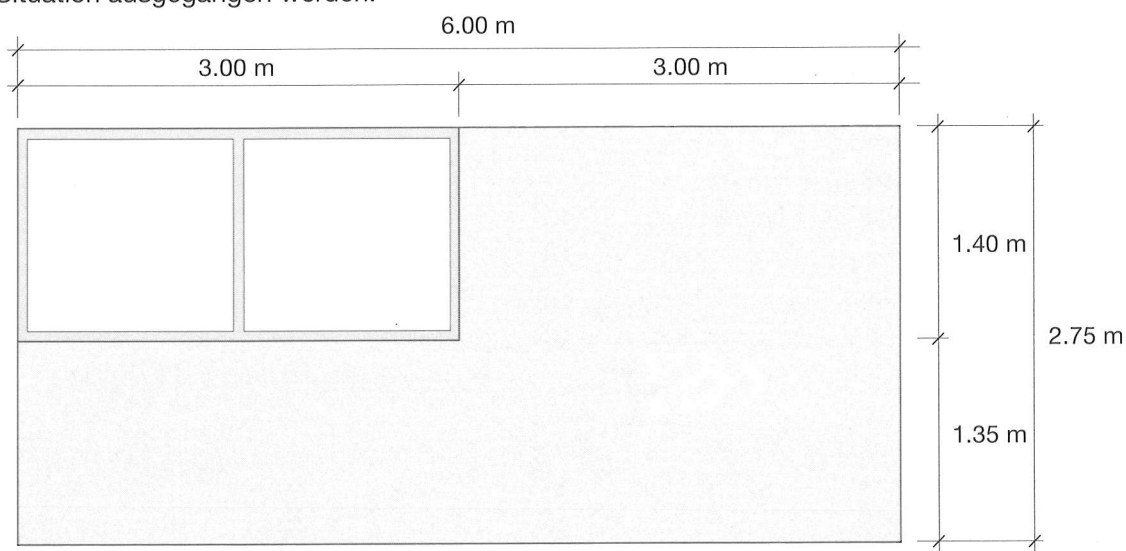
Eigengewicht:

Windlasten:

Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	–	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	–	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	–	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient W/(m²·K)

Datenblatt: Stahl-Unterkonstruktion mit Holzlattung
Hersteller: herstellerunabhängiges Grundsystem

Adresse:
Tel. / Fax:
Systembeschreibung der Unterkonstruktion
Werkstoffe:

 Profile aus Stahl mit Aluzinc AZ 150 beschichtet
 Thermische Trennung aus PVC-GHS (Hartschaum)

Geometrie:

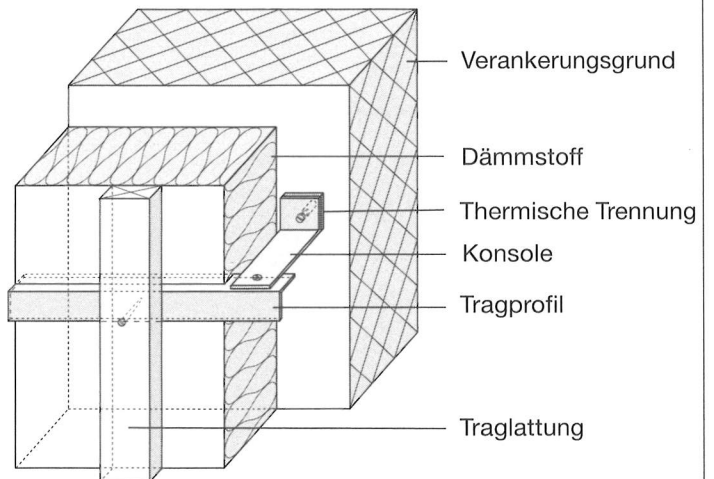
 Querschnitt 60 mm x 2 mm
 Schenkel 50 mm / 90mm
 Winkel aussen 45 mm x 45 mm x 1.5 mm
 Lattung (Holz) 70 mm x 30 mm
 Thermisches Trennelement 60 mm x 50 mm x 6 mm

Verankerung:

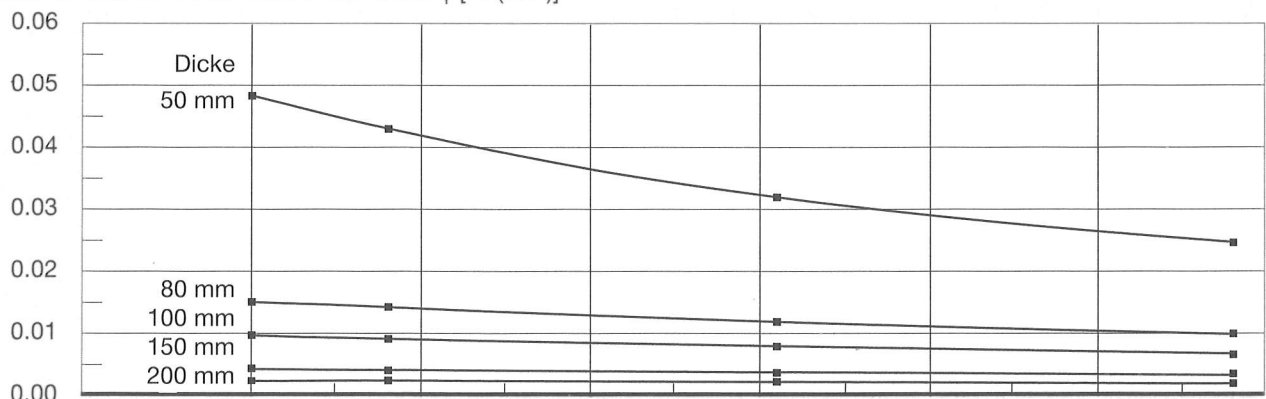
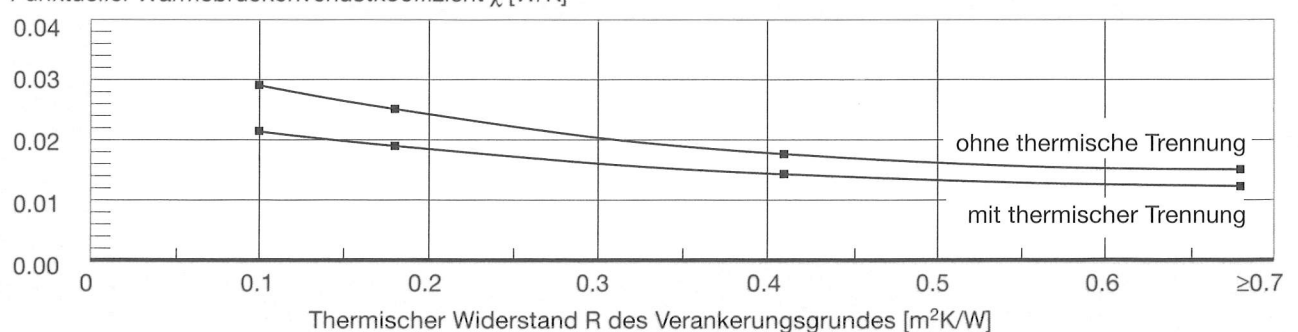
 Metall-Ankerhülsen A4-Stahl
 M8 A4-Stahlschrauben

Bemerkungen:

Gleit- und Festpunkte thermisch gleich zu behandeln


Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes, der Dicke der Wärmedämmung und der thermischen Trennung (6 mm dicke PVC-GHS Unterlage)

 Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ [W/(m·K)]

 Punktueller Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]


Berechnungsblatt: Stahl-Unterkonstruktion mit Holzlattung
Randbedingungen

Fassadenbekleidung:

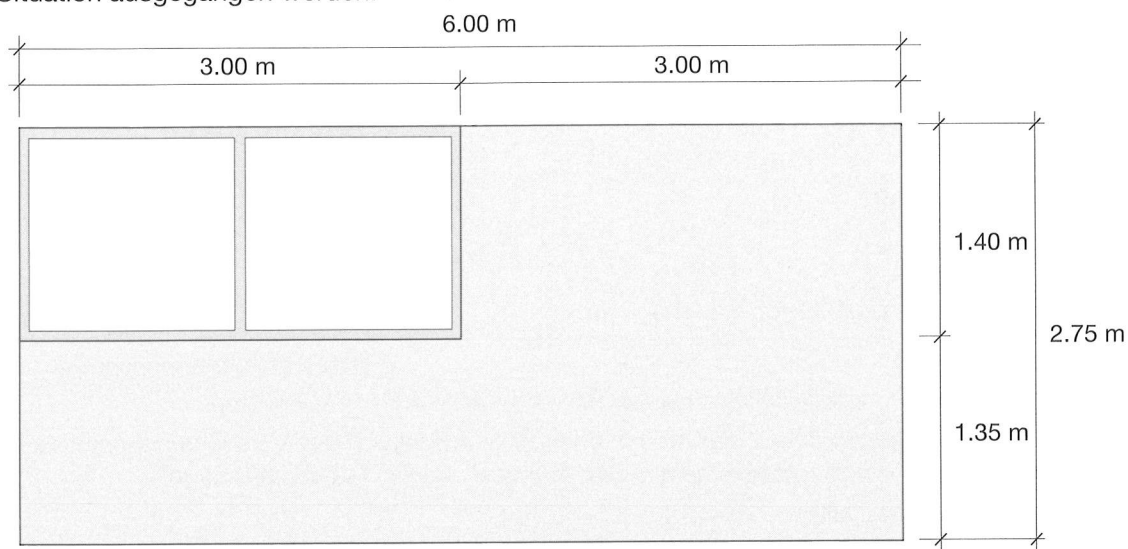
Eigengewicht:

Windlasten:

Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient W/(m²·K)

Datenblatt: Aluminium-Unterkonstruktion (Vollmetallsystem)

Hersteller: herstellerunabhängiges Grundsystem

Adresse:

Tel. / Fax:

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoffe:

Profile aus Aluminium-Legierung

Thermische Trennung aus PVC-GHS (Hartschaum)

Geometrie:

Konsolen Querschnitt 60 mm x 4 mm
 Schenkel 50 mm / 130 mm

Winkel aussen 45 mm x 45 mm x 2 mm

Thermisches Trennelement 60 mm x 50 mm x 6 mm

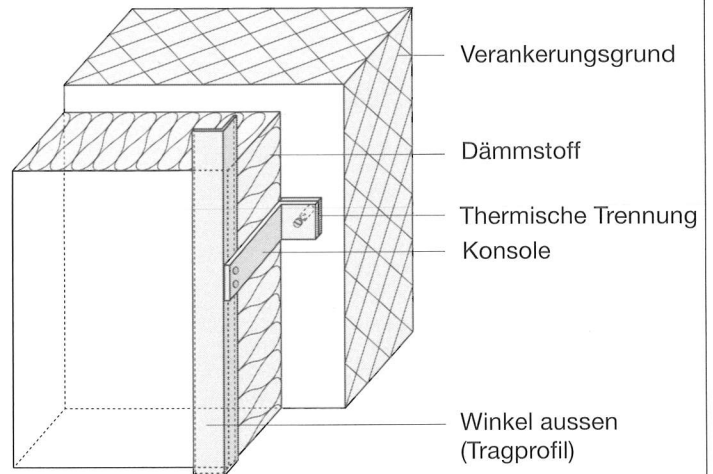
Verankerung:

Metall-Ankerhülsen CrNiMo-Stahl Typ A4

M8 A4-Stahlschrauben

Bemerkungen:

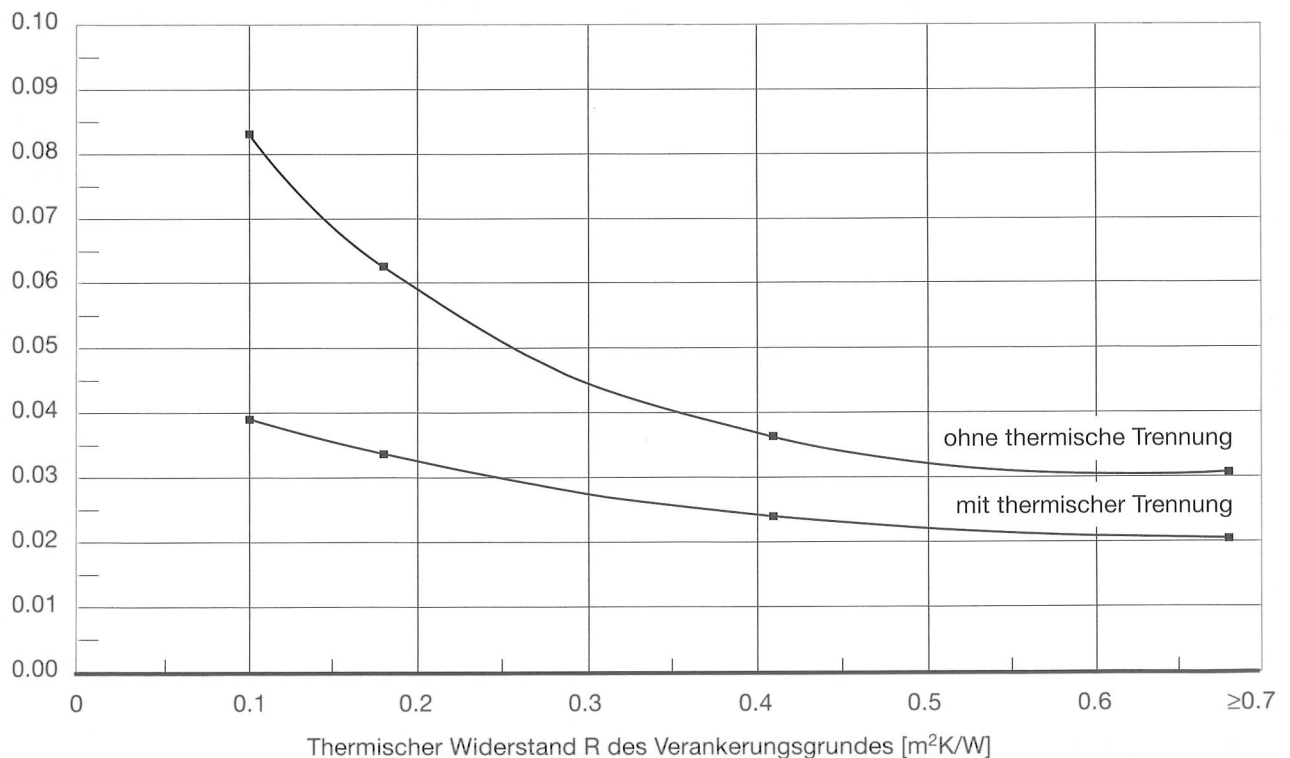
Gleit- und Festpunkte thermisch gleich zu behandeln



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes und der thermischen Trennung (6 mm dicke PVC-GHS Unterlage)

Punktuelier Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



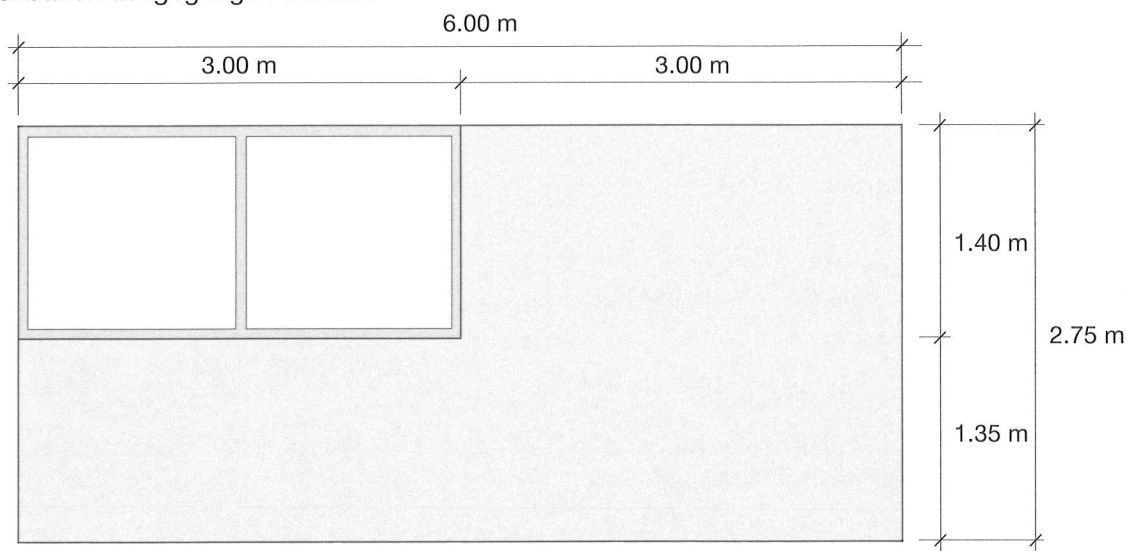
Berechnungsblatt: Aluminium-Unterkonstruktion (Vollmetallsystem)

Randbedingungen

Fassadenbekleidung:
 Eigengewicht:
 Windlasten:
 Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient **W/(m²·K)**

Datenblatt: Z-Tragprofil aus Aluminium mit Holzlattung

Hersteller: herstellerunabhängiges Grundsystem

Adresse:

Tel. / Fax:

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoffe:

Profil aus Aluminium-Legierung, Tragprofil aus Holz

Geometrie:

Z-Profil: Winkel innen/aussen 60 mm x 5 mm

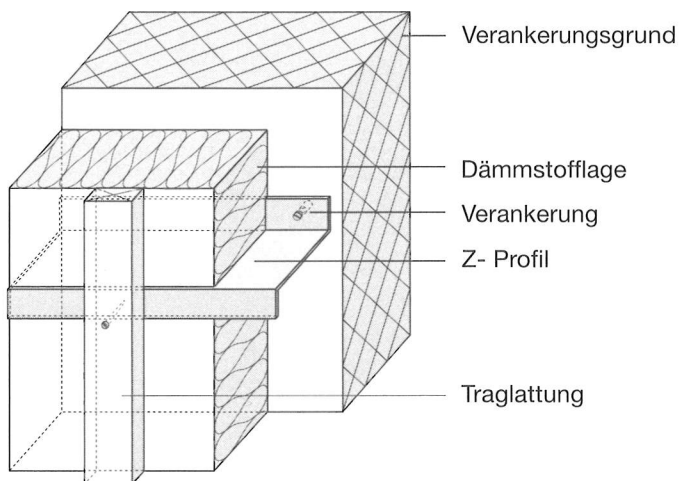
Höhe Dicke der Wärmedämmung + 2 x Stegdicke

Stegdicke 3.5 mm

Verankerung:

Metall-Ankerhülsen CrNiMo-Stahl Typ A4

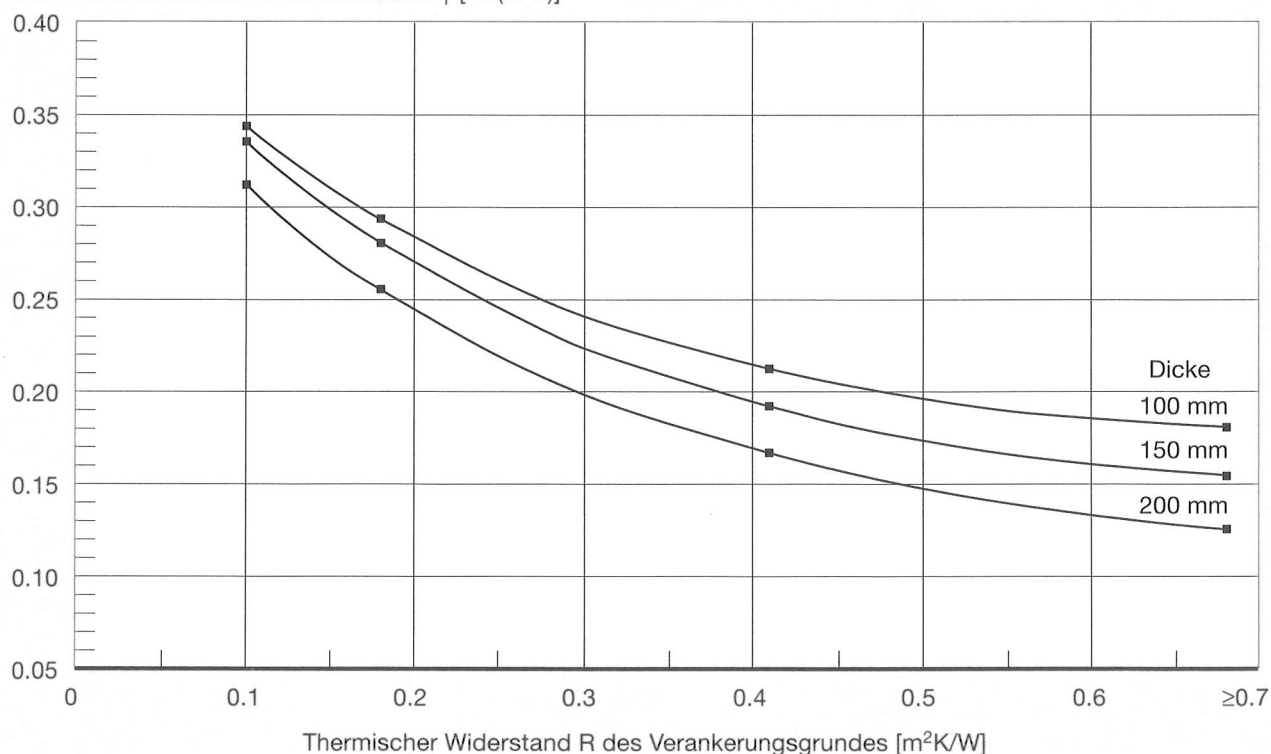
M8 Stahlschrauben CrNiMo-Stahl Typ A4



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes und der Dicke der Wärmedämmung

Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ [W/(m·K)]



Berechnungsblatt: Z-Tragprofil aus Aluminium mit Holzlattung
Randbedingungen

Fassadenbekleidung:

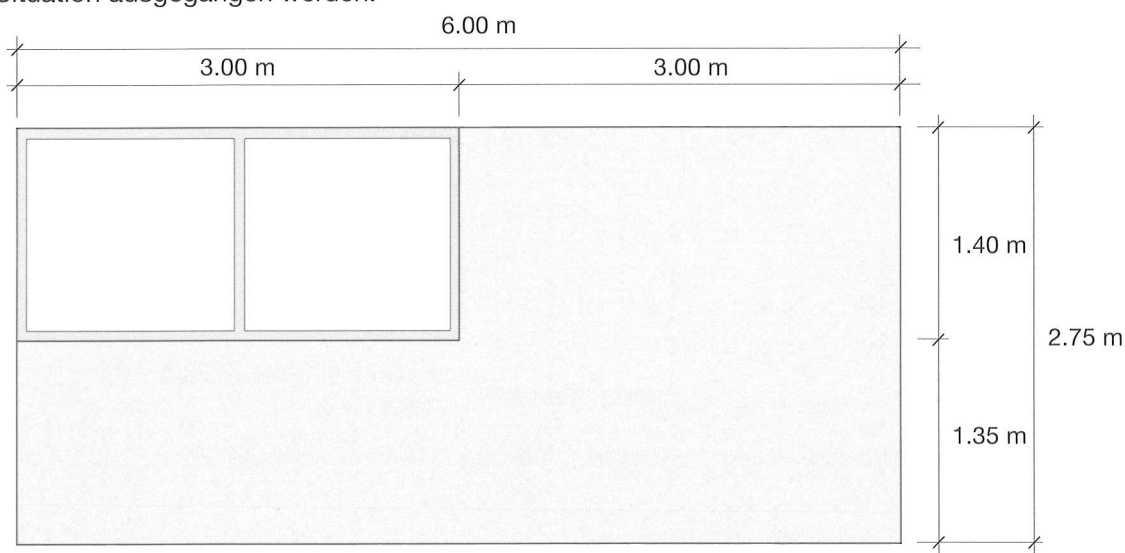
Eigengewicht:

Windlasten:

Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken:	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient: W/(m²·K)

Datenblatt: Halte- und Traganker aus Chrom-Nickel-Stahl Typ A4

Hersteller: herstellerunabhängiges Grundsystem

Adresse:

Tel. / Fax:

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoff:

CrNiMo-Stahl Typ A4

Geometrie:

2 Winkel innen: 133 mm x 133 mm x 3 mm mit dazwischen liegendem Rohr L = 100 mm, $\varnothing = 10$ mm, d = 2.3 mm mit 2 M6-Stahlschrauben CrNiMo-Stahl Typ A4 fixiert, Auskrägung des Rohrs verstellbar

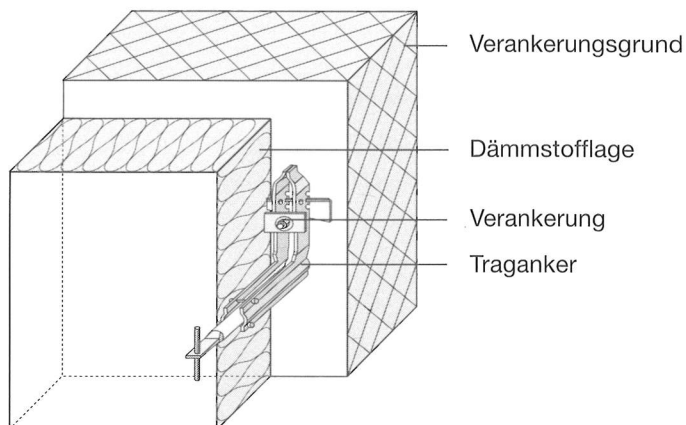
Verankerung:

Metall-Spreizdübel $\varnothing = 12$ mm

M8 Stahlschrauben CrNiMo-Stahl Typ A4

Bemerkungen:

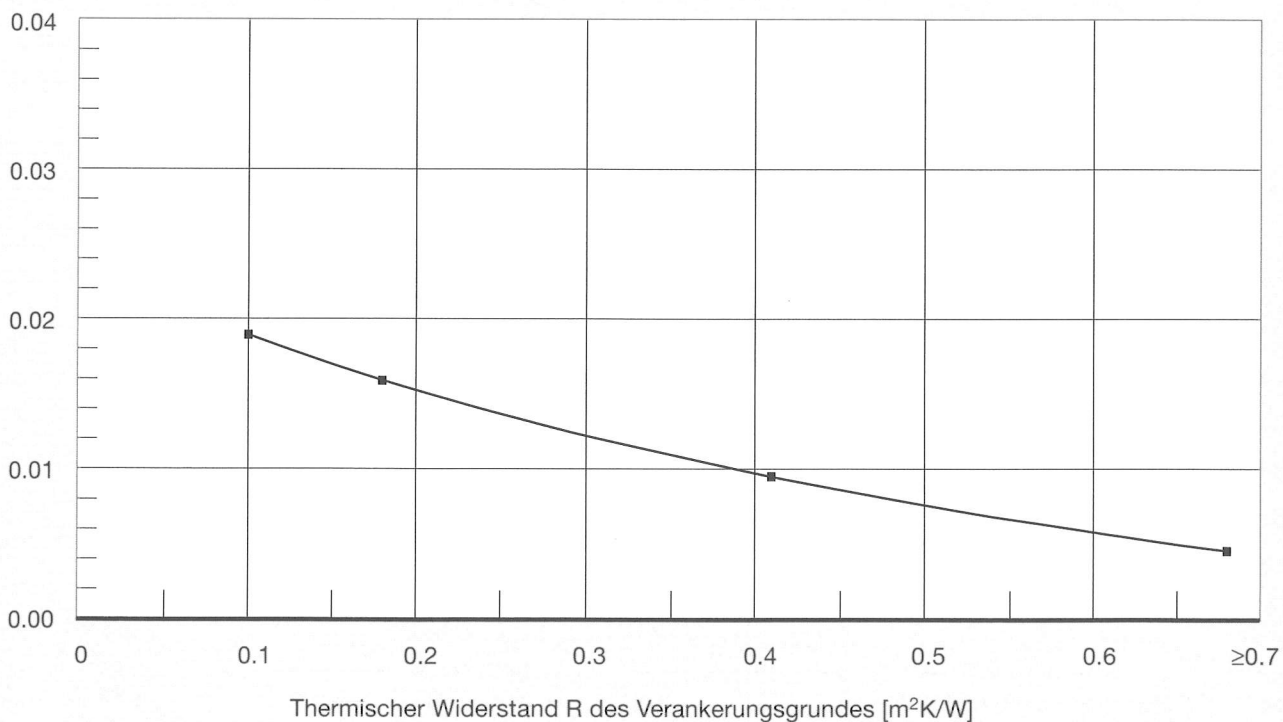
Natursteinplatten werden mit Dorn befestigt



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes

Punktueller Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



Berechnungsblatt: Halte- und Traganker aus Chrom-Nickel-Stahl Typ A4
Randbedingungen

Fassadenbekleidung:

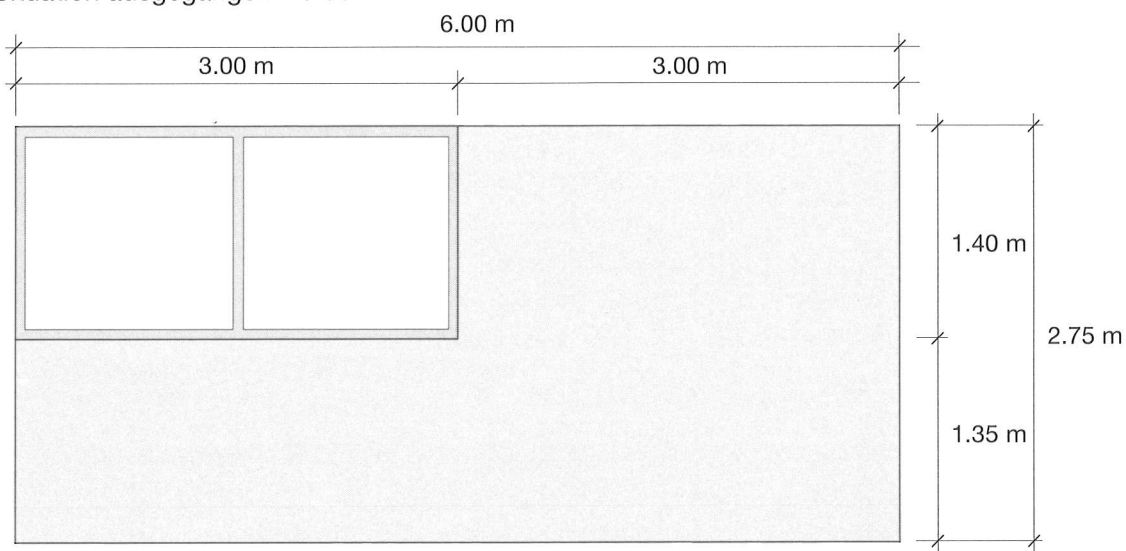
Eigengewicht:

Windlasten:

Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient

..... W/(m²·K)

Datenblatt: BWM Aluminium-Unterkonstruktion "ATK 100 Minor"

Hersteller: BWM Dübel + Montagetechnik GmbH

Adresse: Ernst-Mey-Strasse 1, D-70771 Leinfelden-Echterdingen

Tel. / Fax: +49 (0)711 90313-0 / +49 (0)711 90313-20

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoff:

Profile und Konsolen aus Aluminium-Legierung
AlMgSi 0.5 F25

Geometrie:

Konsolen (Gleitpunkt): Höhe $h = 80 \text{ mm}$

Konsolen (Festpunkt): Höhe $h = 150 \text{ mm}$

Schenkellängen $140 \text{ mm} / 40 \text{ mm}$, $d = 3 \text{ mm}$

T-Tragprofil $120/52/2 \text{ mm}$

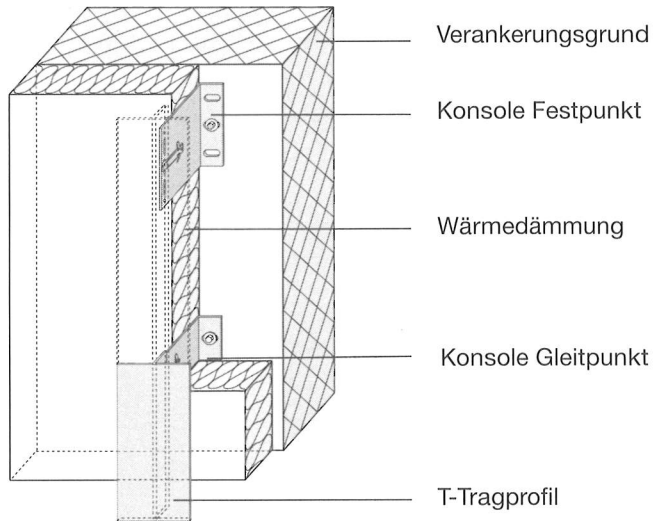
Verankerung:

Polyamid-Dübel S10R60 mit

Spezialschrauben $7 \text{ mm} \times 65 \text{ mm}$ verzinkt

Bemerkungen:

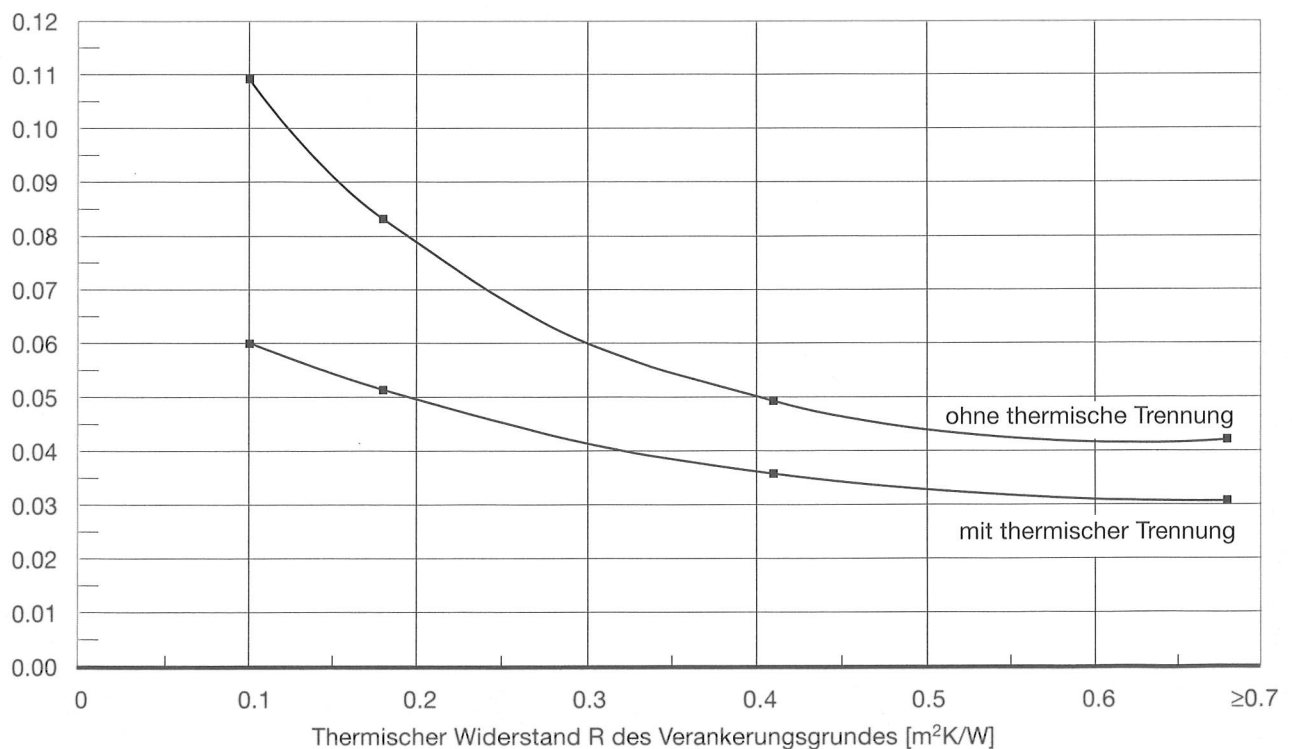
Verhältnis Gleit- zu Festpunkten 2:1



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes und der thermischen Trennung (6 mm dicke PVC-GHS Unterlage)

Punktueller Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



Berechnungsblatt: BWM Aluminium-Unterkonstruktion "ATK 100 Minor"
Randbedingungen

Fassadenbekleidung:

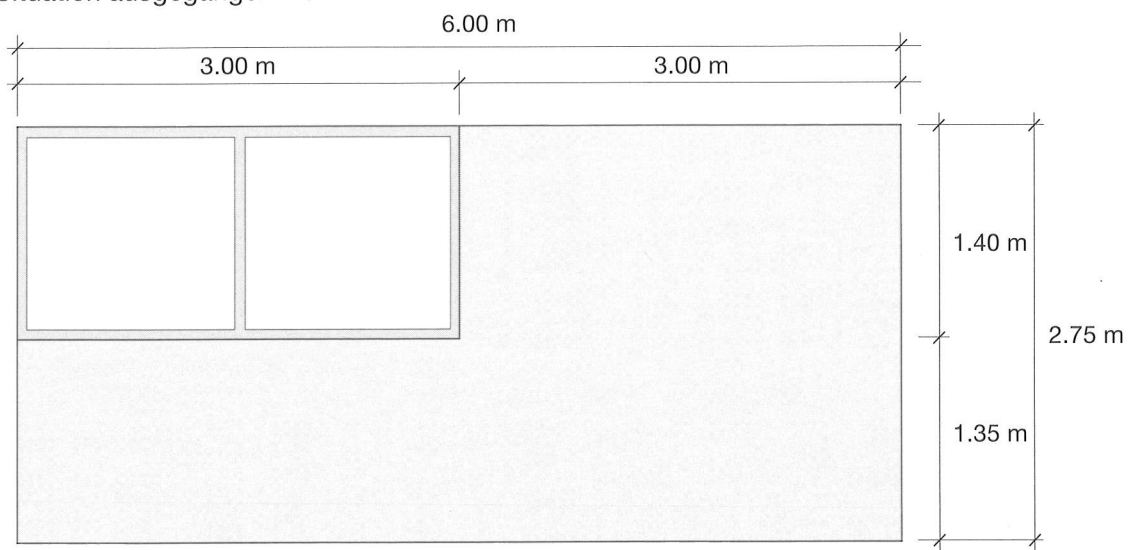
Eigengewicht:

Windlasten:

Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken:	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung: (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient: W/(m²·K)

Datenblatt: BWM Aluminium-Unterkonstruktion "ATK 101"

Hersteller: BWM Dübel + Montagetechnik GmbH

Adresse: Ernst-Mey-Strasse 1, D-70771 Leinfelden-Echterdingen

Tel. / Fax: +49 (0)711 90313-0 / +49 (0)711 90313-20

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoff:

Profile und Konsolen aus Aluminium-Legierung
AlMgSi 0.5 F25

Geometrie:

Gleitpunkt: Konsole U-Halter Typ S, Höhe $h = 50$ mm

Festpunkt: Konsole U-Halter Typ S, Höhe $h = 70$ mm

Schenkellängen 140 mm, lichte Weite 44 mm

Kastenprofil $d = 2.0$ mm, 44 mm x 55 mm

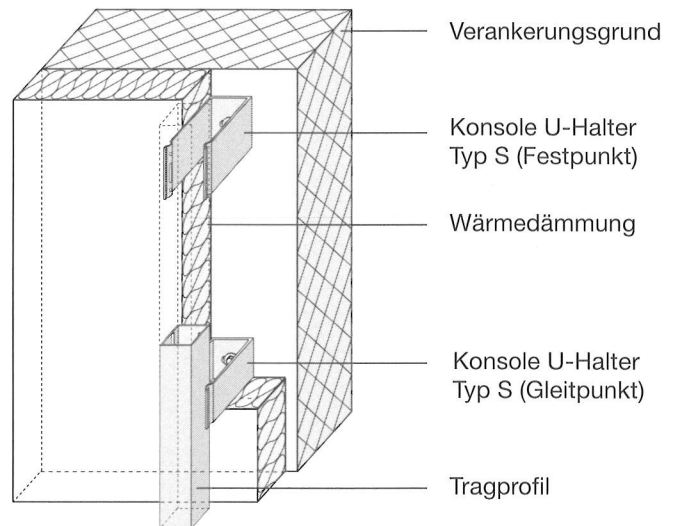
Verankerung:

Polyamid-Dübel S10R60 mit

Spezialschrauben 7 mm x 65 mm verzinkt

Bemerkungen:

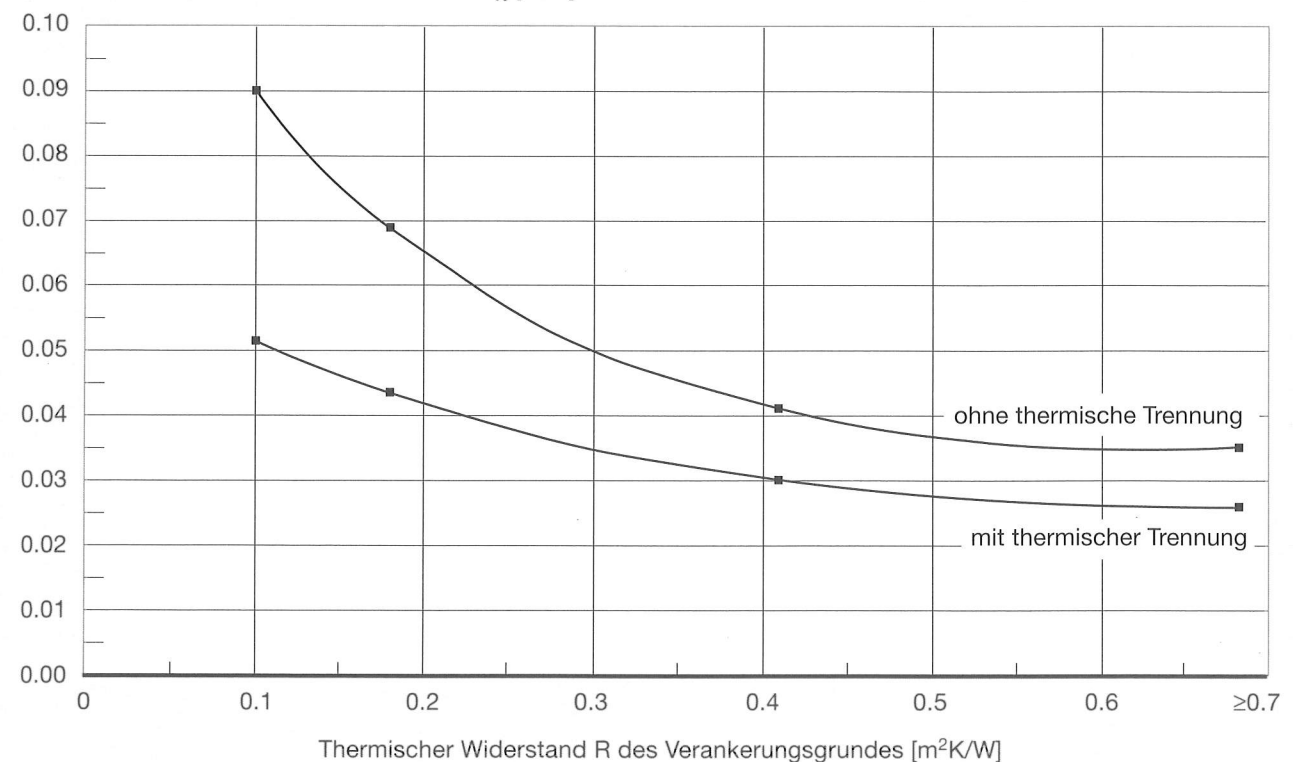
Verhältnis Gleit- zu Festpunkten 2:1



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes und der thermischen Trennung (6 mm dicke PVC-GHS Unterlage)

Punktuelier Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



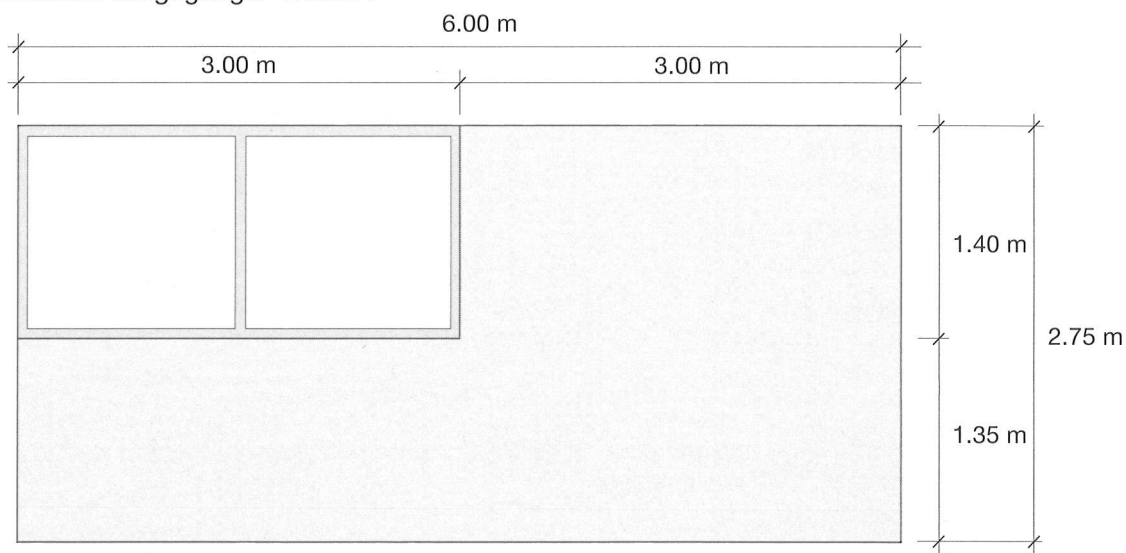
Berechnungsblatt: BWM Aluminium-Unterkonstruktion "ATK 101"

Randbedingungen

Fassadenbekleidung:
 Eigengewicht:
 Windlasten:
 Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktueller Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient **W/(m²·K)**

Datenblatt: BWM Aluminium-Unterkonstruktion "ATK 601"

Hersteller: BWM Dübel + Montagetechnik GmbH

Adresse: Ernst-Mey-Strasse 1, D-70771 Leinfelden-Echterdingen

Tel. / Fax: +49 (0)711 90313-0 / +49 (0)711 90313-20

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoff:

Profile aus Aluminium-Legierung AlMgSi 0.5 F25

Geometrie:

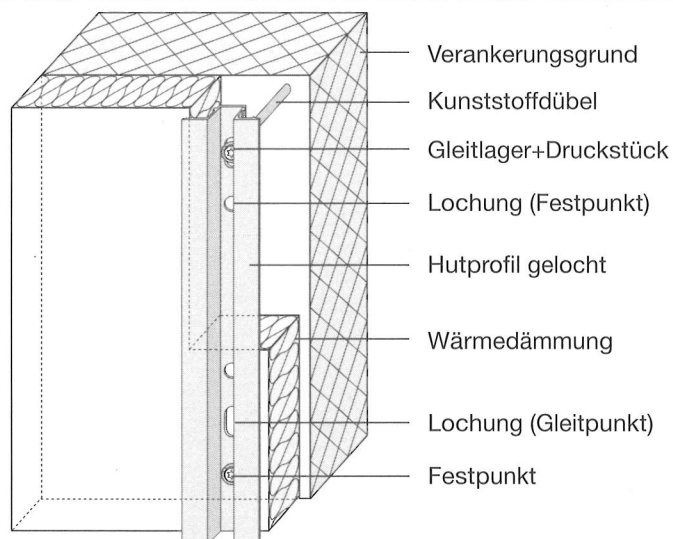
Hutprofil gelocht, 100 mm x 30 mm

U-Innenmasse 32 mm

Fassadenplattenauflageflächen je 34 mm

Verankerung:

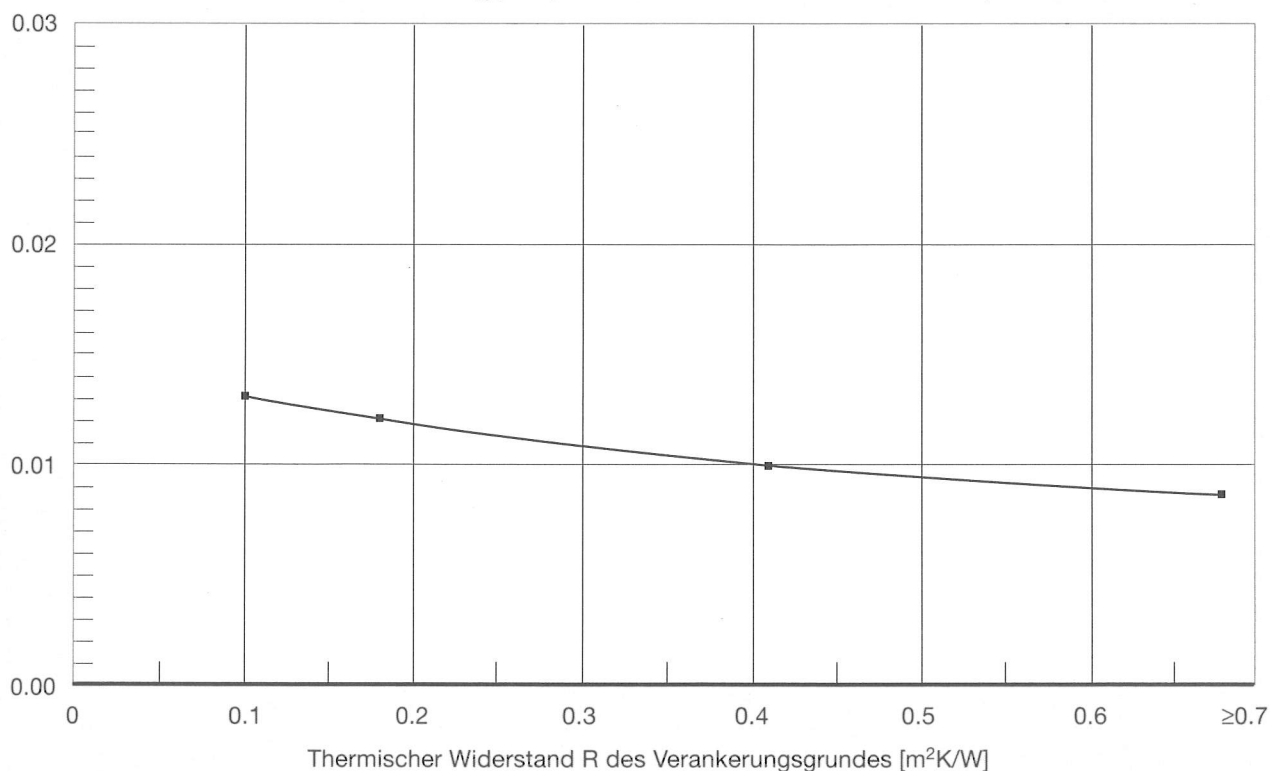
Befestigungssatz S14V185 bestehend aus:
Polyamid-Dübel, Spezialschraube, Gleit- und Druckstück



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes

Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



Berechnungsblatt: BWM Aluminium-Unterkonstruktion "ATK 601"
Randbedingungen

Fassadenbekleidung:

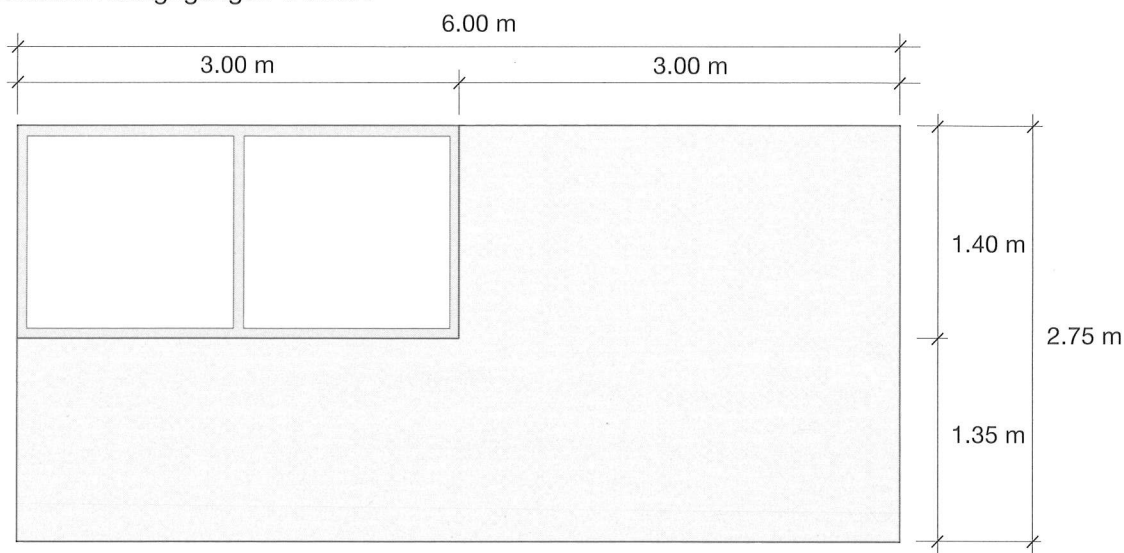
Eigengewicht:

Windlasten:

Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktueller Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient W/(m²·K)

Datenblatt: Foamglas-System "UK-1000" aus Aluminium oder Chrom-Nickel-Stahl

Hersteller: Pittsburgh Corning (Schweiz) AG

Adresse: Schöngrund 26, CH-6343 Rotkreuz

Tel. / Fax: +41 (0)41 790 19 19 / +41 (0)41 790 36 26

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoffe:

Aluminium oder CrNiMo-Stahl

Geometrie:

Tragbrücken UK1000 140 mm x 80 mm x 2.0 mm mit 4 Schenkeln l = Dämmdicke + 5 mm

Gleitpunkt: Konsolen Winkel h = 40 mm, Schenkellängen 93 mm + 51 mm

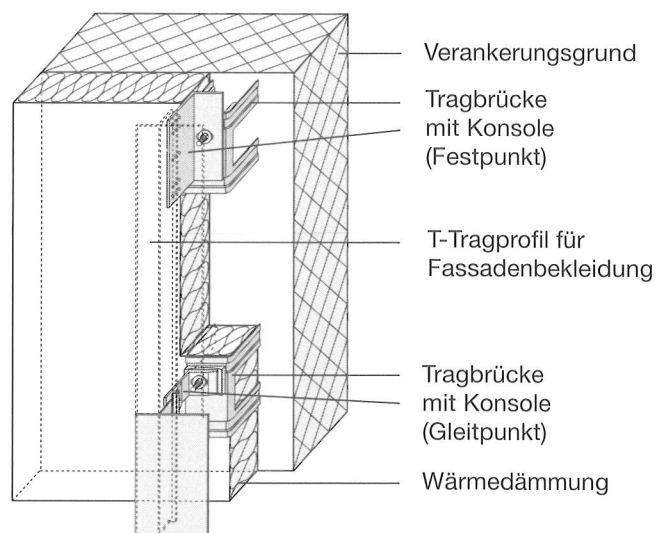
Konkave Justierplatte 65 mm x 45 mm x 2 - 8 mm

Festpunkt: Konsolen h = 140 mm

T-Tragprofil Steg 50 mm, Fassadenplattenauflage 125 mm, d = 1.5 mm, an Konsolen genietet

Verankerung:

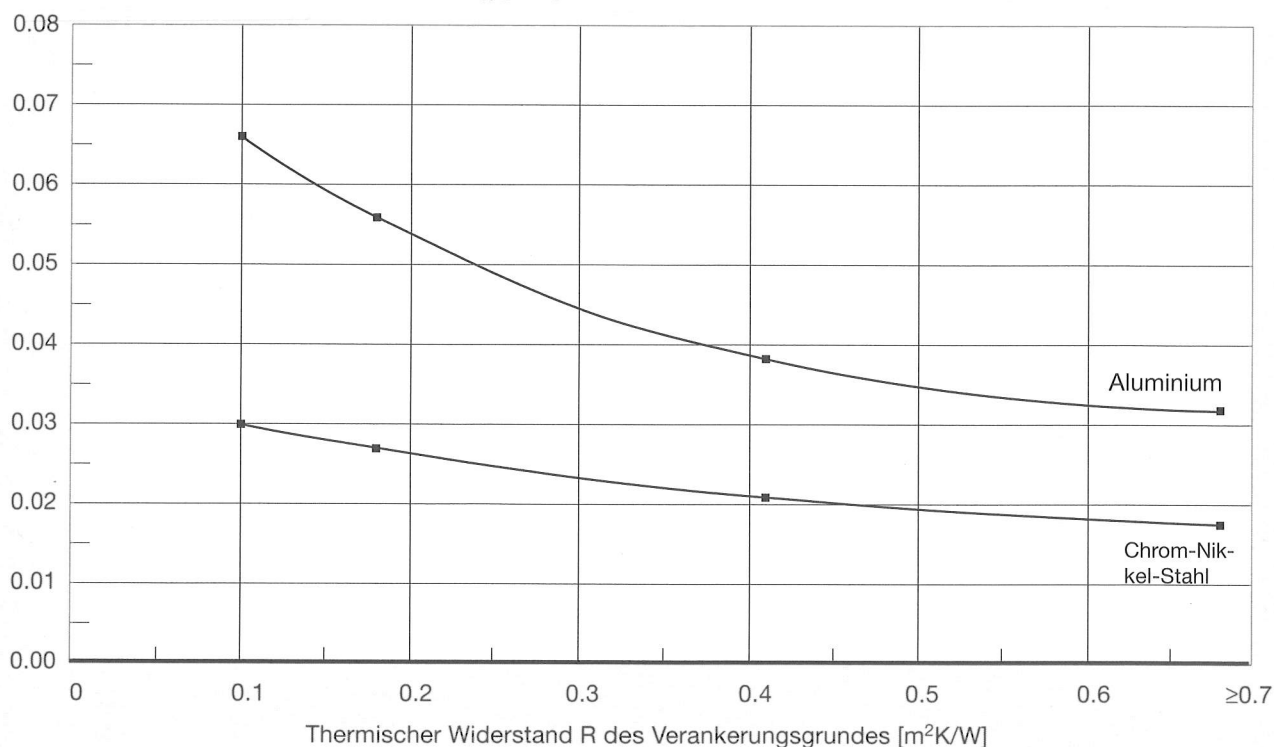
Metall-Ankerhülsen, M10 Stahlschraube, beide CrNiMo-Stahl Typ A4



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes und des Werkstoffes der Unterkonstruktion

Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



Berechnungsblatt: Foamglas-System "UK-1000" aus Aluminium oder Chrom-Nickel-Stahl
Randbedingungen

Fassadenbekleidung:

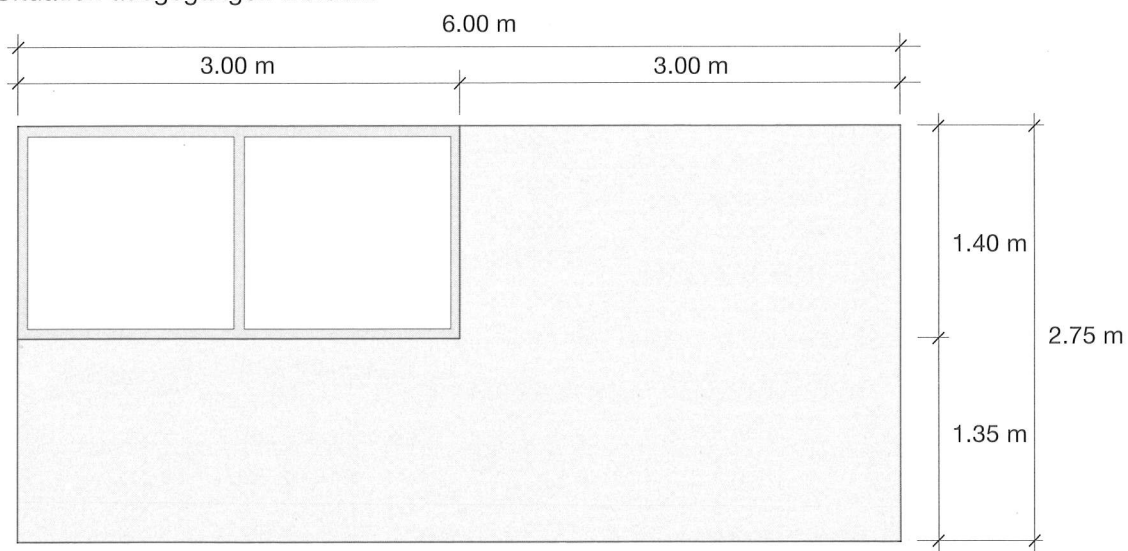
Eigengewicht:

Windlasten:

Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient W/(m²·K)

Datenblatt: Halfen "SUK" - Schienensystem aus Chrom-Nickel-Stahl

Hersteller: Halfen GmbH & Co. KG

Adresse: Liebigstr. 14, D-40764 Langenfeld, Rheinland

Tel. / Fax: +49 (0)2173 970 0 / +49 (0)2173 970 123

Mobatec AG Verankerungstechnik

Buchsstr. 6, CH-8112 Otelfingen

+41 (0)1 884 68 68 / +41 (0)1 845 13 13

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoffe:

CrNiMo-Stahl Typ A4, Kunststoff

Geometrie:

Abstandhalter aus Chrom-Nickel-Stahl mit Gewindestangen M10 Platte und Hutprofil 110 mm x 40 mm x 5 - 6 mm

Grundelement U-Profil 100 mm x 37 mm x 3 mm; Zuganker mit Grundplatte 50 mm x 170 mm x 3 mm und Lochplatte 290 mm x 24 mm x 2.5 mm

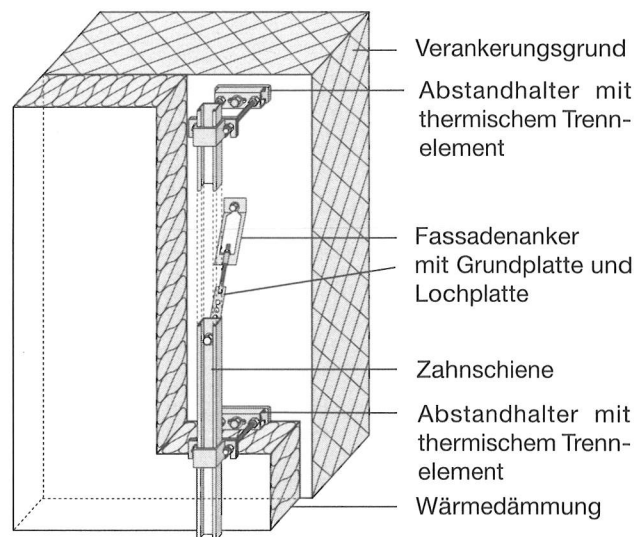
Zahnschiene 41 mm x 41 mm x 3 mm

Thermisches Trennelement 118 mm x 36 mm x 8 mm

Verankerung:

Metall-Ankerhülsen CrNiMo-Stahl Typ A4

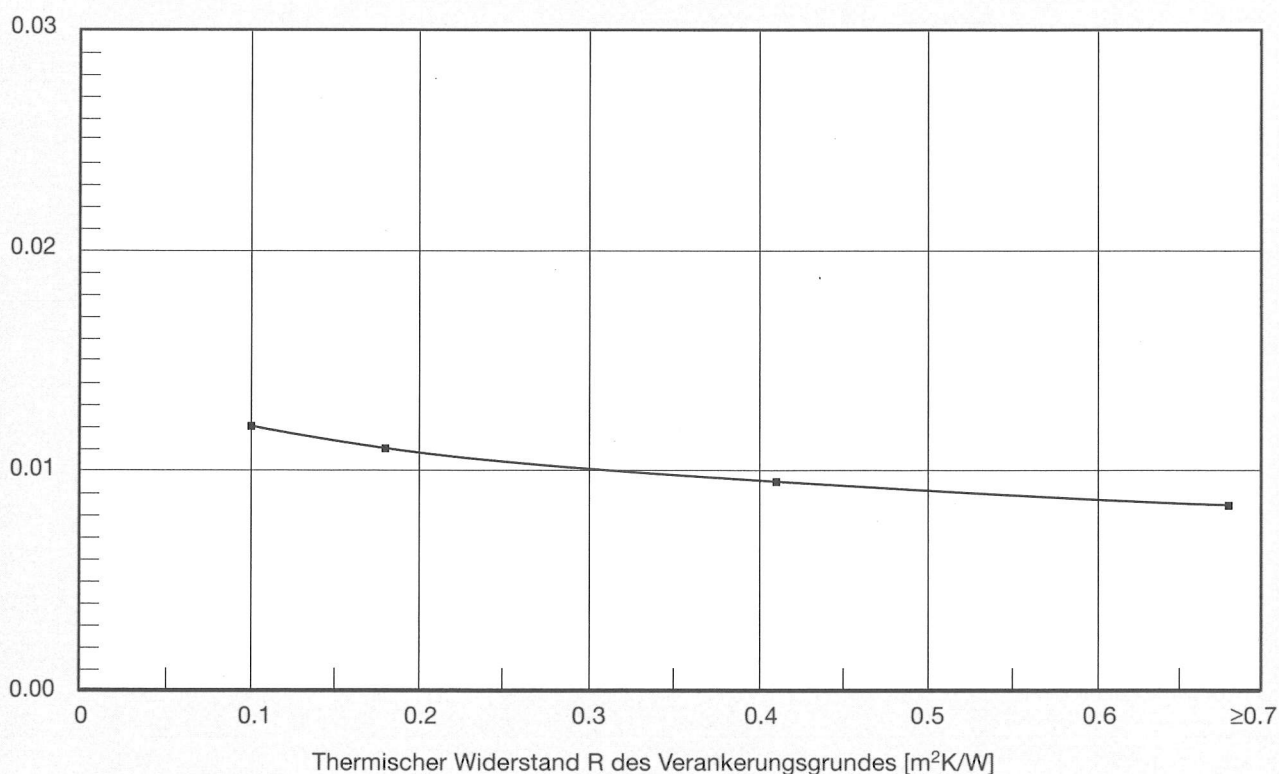
M8 Stahlschraube CrNiMo-Stahl Typ A4



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des bestehenden Verankerungsgrundes

Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



Berechnungsblatt: Halben "SUK" - Schienensystem aus Chrom-Nickel-Stahl
Randbedingungen

Fassadenbekleidung:

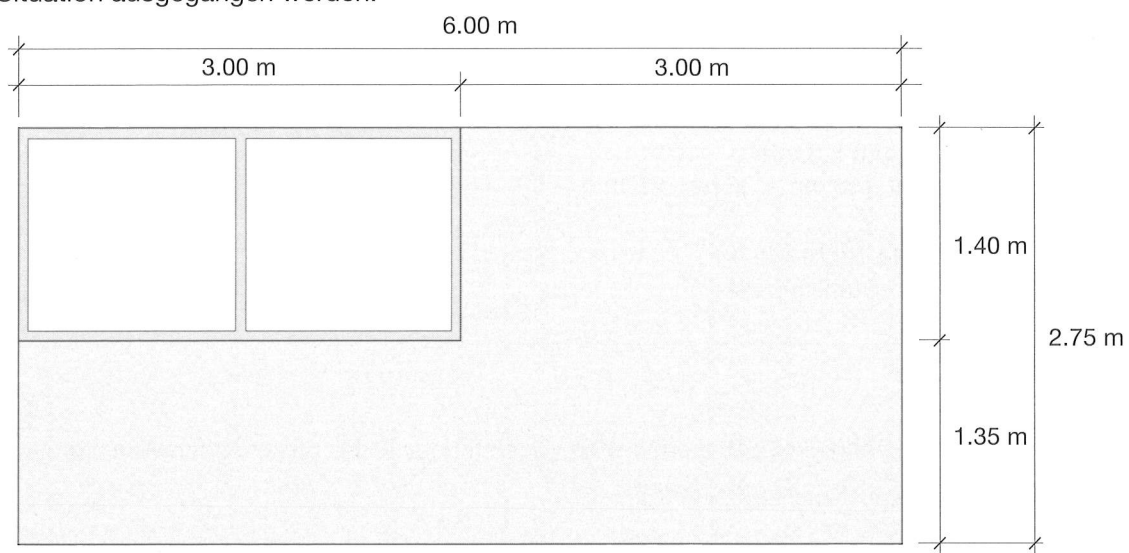
Eigengewicht:

Windlasten:

Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient W/(m²·K)

Datenblatt: Ickler Aluminium-UK "Clickpress 1000" (Gleitpunkt) mit T-Aluminiumtragprofil

Hersteller: Ickler Bausysteme AG

Adresse: rue Hôtel-de-Ville 107, CH-2300 La Chaux-de-Fonds

Tel. / Fax: +41 (0)32 968 22 88 / +41 (0)32 968 22 73

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoff:

Profile aus Aluminium-Legierung

Geometrie:

Gleitkonsole Höhe $h = 40$ mm

Schenkellängen 124 mm/51 mm, $d = 5$ mm

Justierplatte konkav, 65 mm x 45 mm x 2 - 8 mm

Fixationsteil ca. 40 mm x 40 mm, auf Konsole genietet

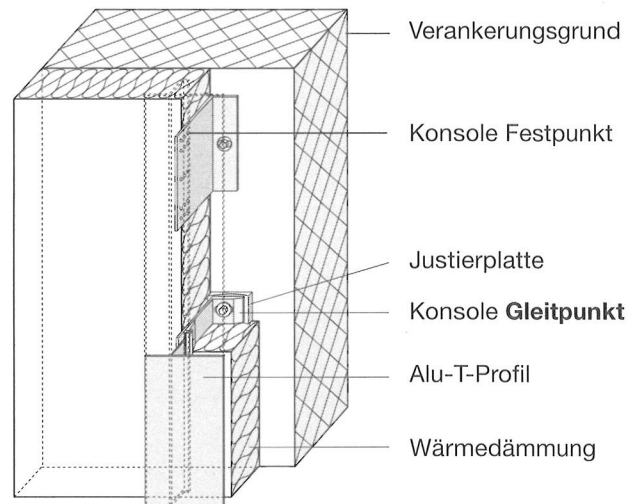
T-Tragprofil 124 mm, 50 mm, $d = 1.8 - 2.0$ mm

L-Tragprofil 35.5 mm, 50 mm, $d = 1.5 - 1.8$ mm

Verankerung:

Kunststoffdübel 10 mm x 60 mm

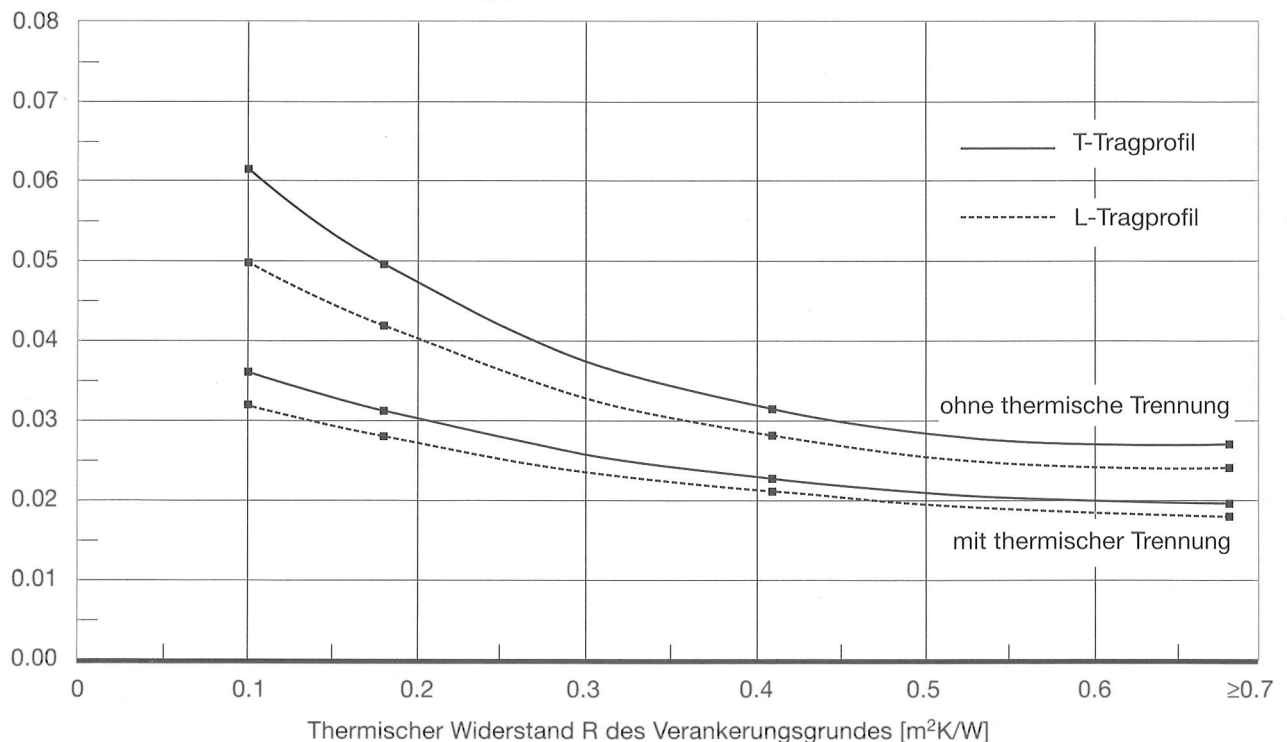
Stahlschraube 7 mm x 73 mm CrNiMo-Stahl Typ A4



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes und der thermischen Trennung (6 mm dicke PVC-GHS Unterlage)

Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



Berechnungsblatt: Ickler Aluminium-UK "Clickpress 1000" (Gleitpunkt) mit T-Aluminiumtragprofil
Randbedingungen

Fassadenbekleidung:

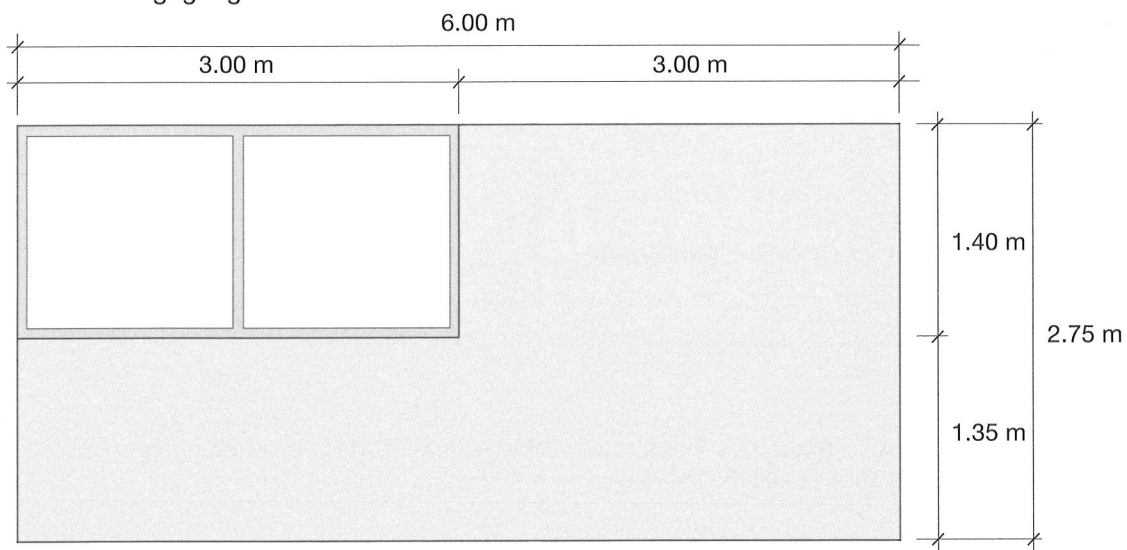
Eigengewicht:

Windlasten:

Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient W/(m²·K)

Datenblatt: Ickler Aluminium-UK "Clickpress 1000" (Festpunkt) mit T-Aluminiumtragprofil

Hersteller: Ickler Bausysteme AG

Adresse: rue Hôtel-de-Ville 107, CH-2300 La Chaux-de-Fonds

Tel. / Fax: +41 (0)32 968 22 88 / +41 (0)32 968 22 73

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoff:

Profile aus Aluminium-Legierung

Geometrie:

Festpunkt Konsole, Höhe $h = 154$ mm

Schenkellängen 124 mm/43 mm, $d = 3 - 5$ mm

Verankerungsloch in konvexer Ausbuchtung, dadurch theoretischer Luftspalt von 2.4 mm

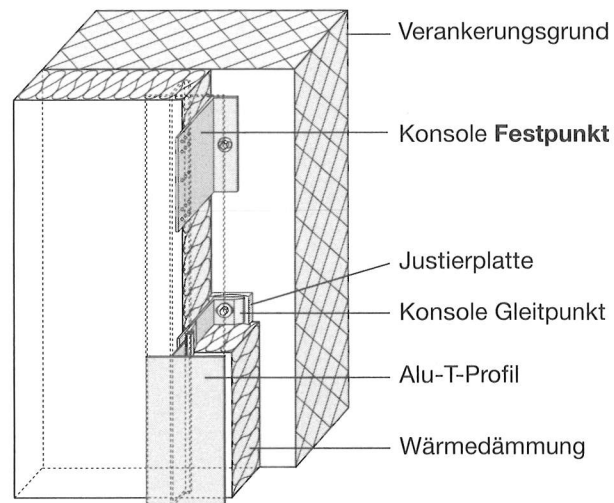
T-Tragprofil 124 mm, 50 mm, $d = 1.8 - 2.0$ mm

L-Tragprofil 35.5 mm, 50 mm, $d = 1.5 - 1.8$ mm

Verankerung:

Kunststoffdübel 10 mm x 60 mm

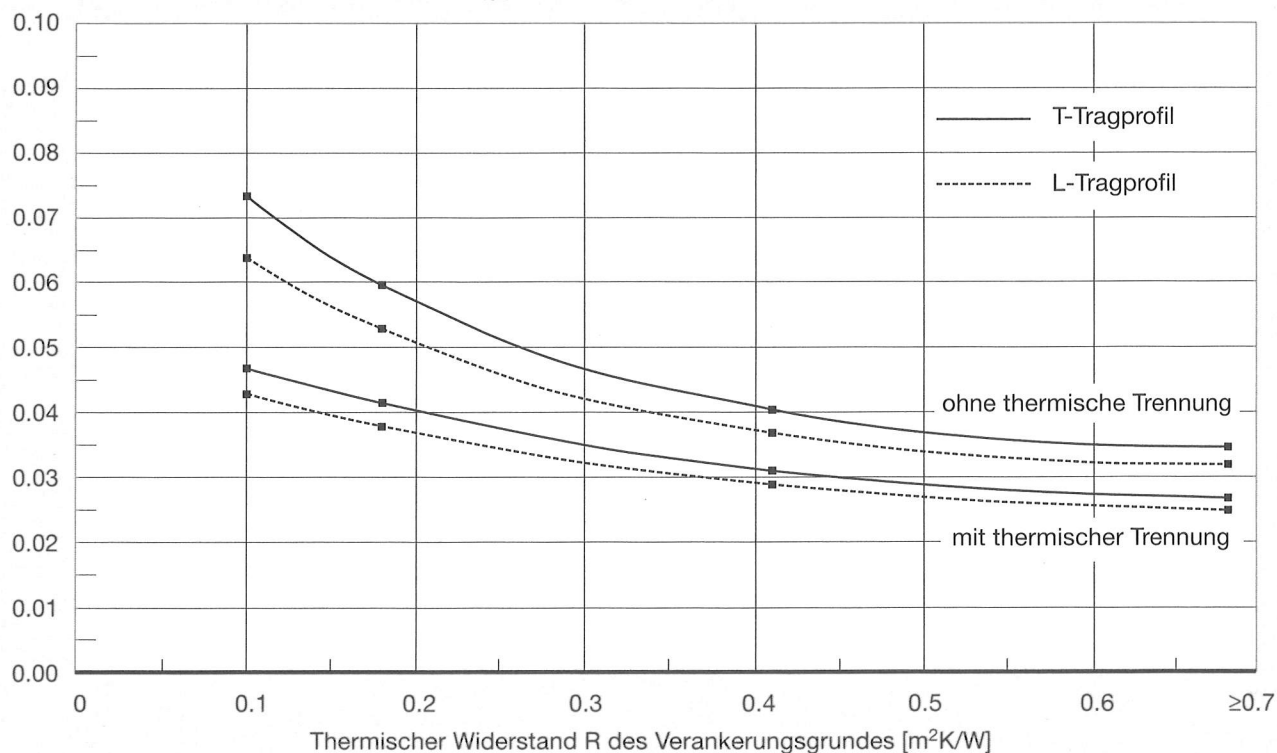
Stahlschraube 7 mm x 73 mm CrNiMo-Stahl Typ A4



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes und der thermischen Trennung (6 mm dicke PVC-GHS Unterlage)

Punktueller Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



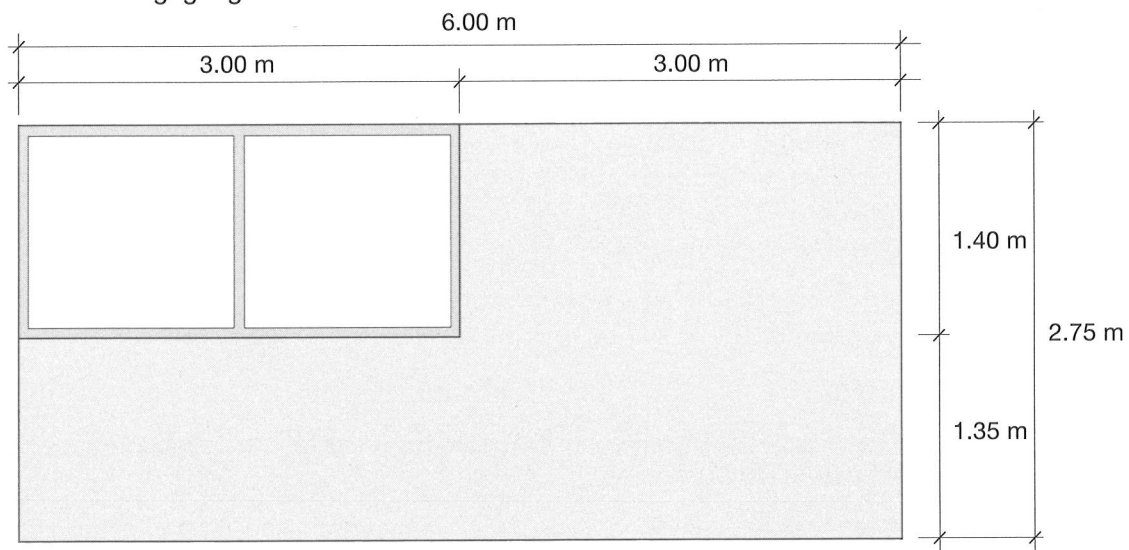
Berechnungsblatt: Ickler Aluminium-UK "Clickpress 1000" (Festpunkt) mit T-Aluminiumtragprofil

Randbedingungen

Fassadenbekleidung:
 Eigengewicht:
 Windlasten:
 Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken:	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung: (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient: W/(m²·K)

Datenblatt: ISPO Frontech System "A-PL" mit Aluminium-U-Konsole und Stahl-U-Tragprofil

Hersteller: ISPO GmbH

Adresse: Gutenbergstrasse 6, D-65830 Kriftel

Tel. / Fax: +49 (0)6192 401 0 / +49 (0)6192 401 325

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoffe:

Aluminiumlegierung, Stahl mit Aluzink beschichtet

Geometrie:

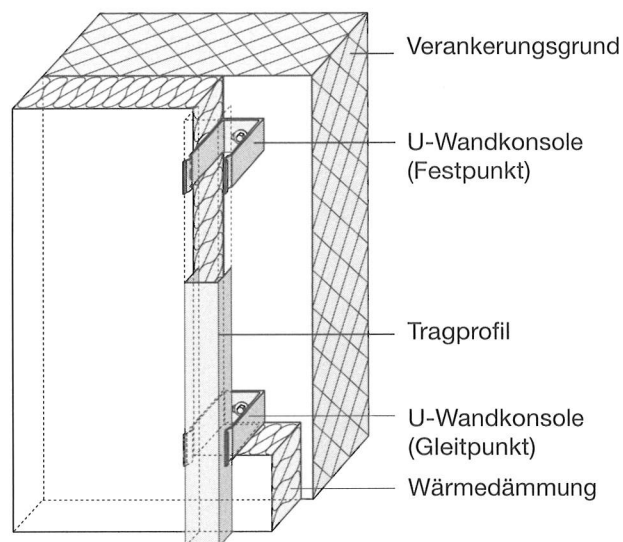
U-Wandkonsole aus Aluminiumlegierung

100 mm x 93 mm x 100 mm, d = 3 - 4.8 mm

U-Tragprofile aus Stahl mit Alu-Zink-Beschichtung 45 mm x 80 mm x 45 mm, d = 1.5 mm, mit CrNi-Stahlschrauben 4.8 mm x 23 mm an Wandkonsole befestigt

Verankerung:

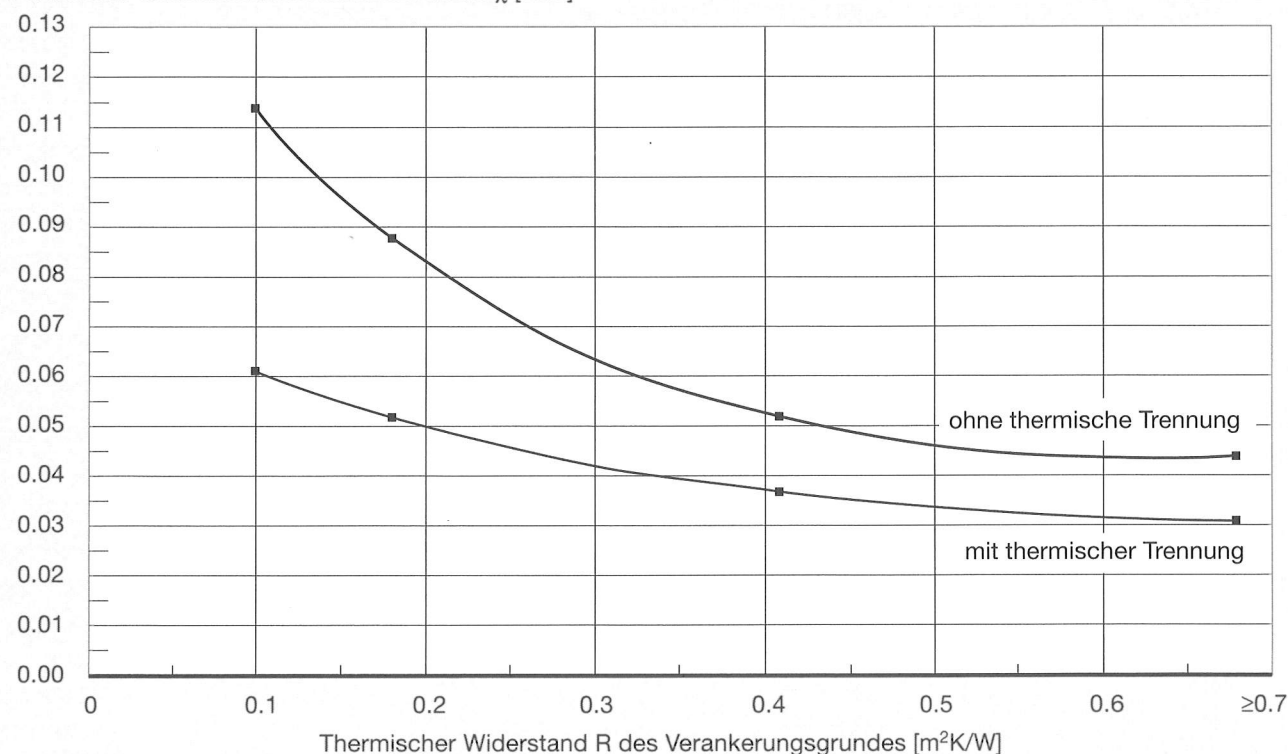
Ispo Schraubdübel FUR mit galvanisch verzinkter Stahlschraube Ø 7 mm



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes und der thermischen Trennung (6 mm dicke PVC-GHS Unterlage)

Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



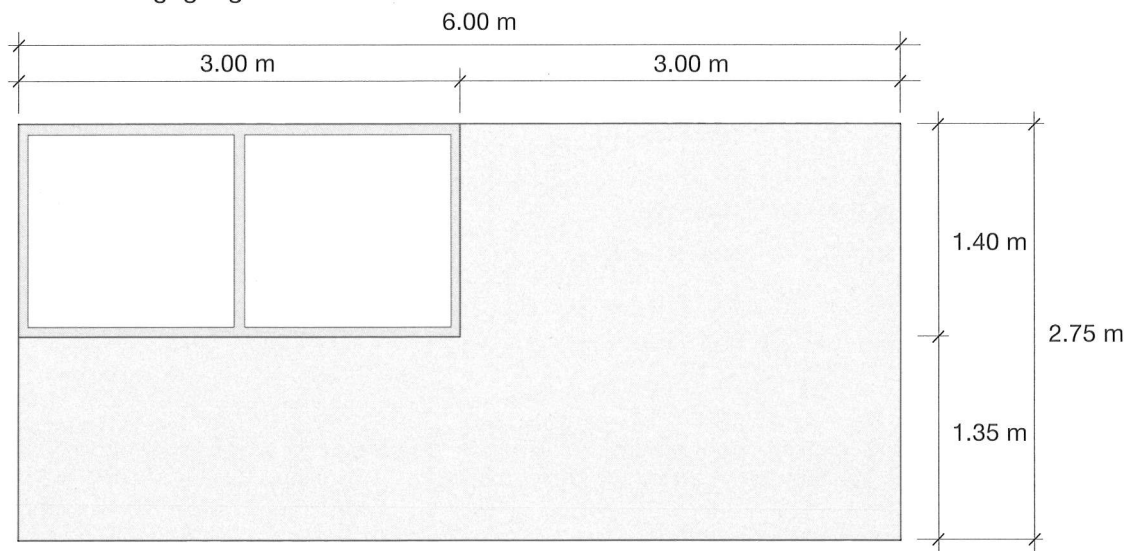
Berechnungsblatt: ISPO Frontech System "A-PL" mit Aluminium-U-Konsole und Stahl-U-Tragprofil

Randbedingungen

Fassadenbekleidung:
 Eigengewicht:
 Windlasten:
 Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktueller Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient **W/(m²·K)**

Datenblatt: Wagner "UK-System WSZ" aus Aluminium mit T-Tragprofil

Hersteller: Wagner System AG Fassadenunterkonstruktionen

Adresse: Industriestr. 24, CH-2553 Safnern

Tel. / Fax: +41 (0)32 355 27 22 / +41 (0)32 355 28 37

Systembeschreibung der Unterkonstruktion

Werkstoff:

Aluminium-Legierung

Geometrie:

Grundkonsole $h = 50 \text{ mm}$, $d = 3.8 \text{ mm}$

Schenkellänge je ca. 40 mm

Einhänger $h = 65 \text{ mm}$, $l = 125 \text{ mm}$, $d = 4 \text{ mm}$

T-Tragprofil 120 mm, 45 mm, $d = 2.0 \text{ mm}$

L-Tragprofil 45 mm, 45 mm, $d = 2.0 \text{ mm}$

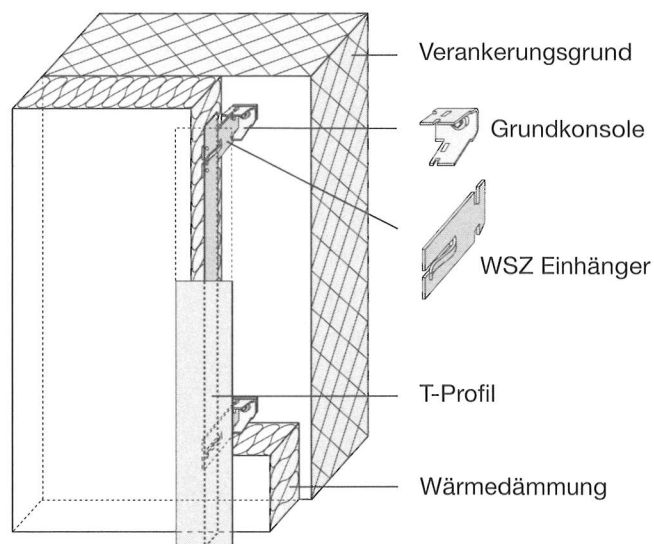
Verankerung:

Kunststoffdübel 10 mm x 80 mm

Stahlschrauben 7 mm x 90 mm

Bemerkungen:

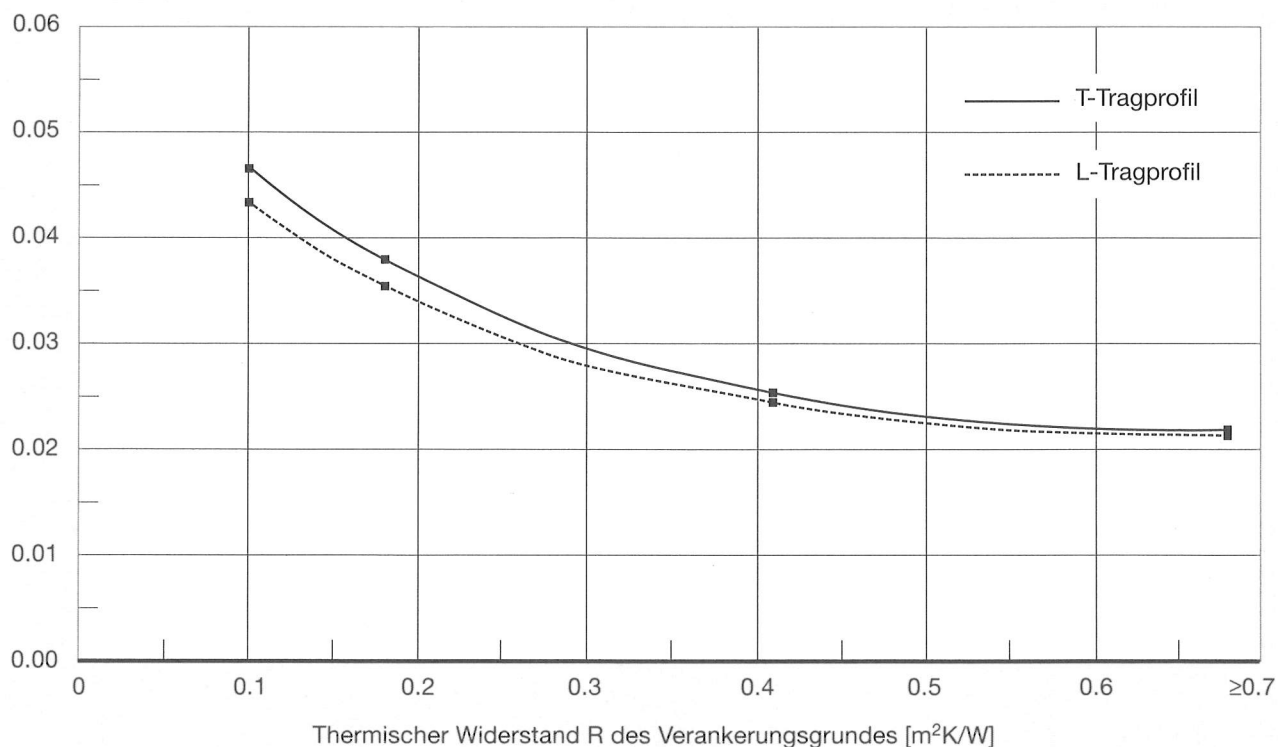
T-Profil an WSZ-Einhänger 2 Nieten (4.8 x 12 mm)



Bemessungsdiagramm

Wärmebrückenverlust in Abhängigkeit des thermischen Widerstandes R des Verankerungsgrundes

Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ [W/K]



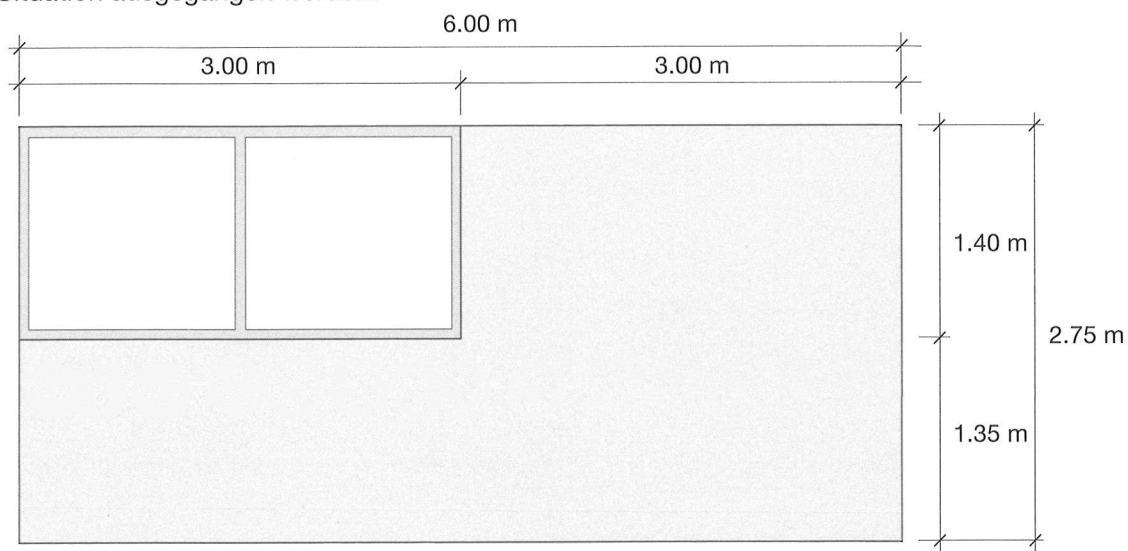
Berechnungsblatt: Wagner "UK-System WSZ" aus Aluminium mit T-Tragprofil

Randbedingungen

Fassadenbekleidung:
 Eigengewicht:
 Windlasten:
 Verankerungsgrund:

Montageschema für typischen Fassadenausschnitt

Wenn objektspezifische Fassadenpläne noch nicht vorhanden sind, kann für eine erste Abschätzung von folgender Situation ausgegangen werden.



Fassadenfläche A ohne Fenster	12.30	m ²
Totale Länge l der Linien-Wärmebrücken	.....	m
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Festpunkte)	.....	Stück
Anzahl punktförmige Wärmebrücken (Gleitpunkte)	.....	Stück

Wärmedurchgangsberechnung (siehe Kapitel 2.2)

Thermischer Widerstand R des Verankerungsgrundes	.....	m ² K/W
Dicke d der Wärmedämmung	.....	m
Wärmeleitfähigkeit λ der Wärmedämmung	.....	W/(m·K)
Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der ungestörten Wand	.....	W/(m ² ·K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU	.....	W/(m ² ·K)
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient ψ	.....	W/(m·K)
Punktuelle Wärmebrückenverlustkoeffizient χ	.....	W/K

Wärmedurchgangskoeffizient W/(m²·K)

